

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-177179

(43)Date of publication of application : 24.06.2004

(51)Int.Cl.

G01N 27/26

F01N 3/00

F01N 3/20

F02D 41/14

F02D 45/00

G01N 27/41

(21)Application number : 2002-341327

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 25.11.2002

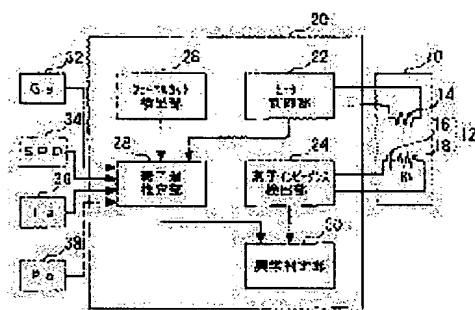
(72)Inventor : HATTORI KAZUTAKA

**(54) DETERIORATION DETECTOR FOR OXYGEN SENSOR**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To precisely detect an abnormality of an oxygen sensor all the time, without being affected by the temperature characteristic of an element impedance; as to a deterioration detector for the oxygen sensor.

**SOLUTION:** A voltage  $V$  is impressed to the oxygen sensor 10, and an element impedance real value  $R_{sr}=V/I$  of a sensor element 12 is calculated based on a relation with respect to a current  $I$  flowing therein. An element temperature estimation value  $T_{ex}$  of the oxygen sensor 10 is calculated based on items affecting a temperature of the sensor 10. An abnormality of the oxygen sensor 10 is judged based on the propriety of considering a relation between the element impedance real value  $R_{sr}$  and the element temperature estimation value  $T_{ex}$  as a relation according to a normal temperature characteristic.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 31.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

A component impedance is degradation detection equipment of the oxygen sensor in which the temperature characteristic is shown,

A 1st decision value acquisition means to compute a component impedance actual value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute the chip temperature estimate of the oxygen sensor concerned from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

Degradation detection equipment of the oxygen sensor characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 2]

A component impedance is degradation detection equipment of the oxygen sensor in which the temperature characteristic is shown,

A 1st decision value acquisition means to compute a component impedance actual value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute component impedance estimate from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

Degradation detection equipment of the oxygen sensor characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 3]

A component impedance is degradation detection equipment of the oxygen sensor in which the temperature characteristic is shown,

A 1st decision value acquisition means to compute a chip temperature theoretical value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute component impedance estimate from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

Degradation detection equipment of the oxygen sensor characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 4]

A component impedance is degradation detection equipment of the oxygen sensor in which the temperature characteristic is shown,

A 1st decision value acquisition means to compute a chip temperature theoretical value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute chip temperature estimate from the matter which

affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

Degradation detection equipment of the oxygen sensor characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 5]

Said abnormality judging means is degradation detection equipment of the oxygen sensor according to claim 1 or 3 with which relation of said 1st decision value and said 2nd decision value is characterized by judging the abnormalities of said oxygen sensor when not following the temperature characteristic of normal which the component impedance of an oxygen sensor shows.

[Claim 6]

Said abnormality judging means is degradation detection equipment of the oxygen sensor according to claim 2 or 4 with which said 1st decision value and said 2nd decision value are characterized by judging the abnormalities of said oxygen sensor when having deviated exceeding a predetermined decision value.

[Claim 7]

Said oxygen sensor is equipped with the sensor component which shows said temperature characteristic, and the heater for heating the sensor component concerned,

Said matter which affects the temperature of an oxygen sensor includes the matter about the operating state of said heater at least,

Said abnormality judging means is degradation detection equipment of the oxygen sensor according to claim 5 or 6 characterized by having a heater energization condition detection means to detect the energization condition of said heater, and an abnormality specification means in a sensor component to specify the abnormality with the abnormalities of said sensor component when the abnormalities of said oxygen sensor are judged under the situation that said heater is not energizing.

[Claim 8]

Said abnormality judging means is degradation detection equipment of the oxygen sensor according to claim 7 characterized by having the energization means for stopping which stops the energization when the abnormalities of said oxygen sensor are judged under the situation that said heater is energizing.

[Claim 9]

Said abnormality judging means is degradation detection equipment of the oxygen sensor according to claim 8 characterized by having an abnormality judging means in a heater to judge the abnormalities of said heater when the abnormality judging of said oxygen sensor covers after the energization to said heater was stopped by said energization means for stopping.

[Claim 10]

Said abnormality judging means,

A 1st variation detection means to detect said amount of the 1st decision value changes,

It has a 2nd variation detection means to detect said amount of the 2nd decision value changes,

Claim 1 characterized by judging the abnormalities of said oxygen sensor when said amount of the 1st decision value changes and said amount of the 2nd decision value changes do not show correlation of normal thru/or degradation detection equipment of the oxygen sensor of nine given in any 1 term.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the degradation detection equipment of an oxygen sensor, and when detecting degradation of the oxygen sensor which a component impedance shows the temperature characteristic especially, it relates to suitable degradation detection equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art]

Based on the component impedance of an oxygen sensor, the equipment which detects the abnormalities of the oxygen sensor is known so that it may be indicated by the former, for example, JP,2000-193635,A. In the above-mentioned conventional equipment, an oxygen sensor is arranged in an internal combustion engine's flueway. This sensor has the heater for heating a sensor component, and is controlled by the bottom of an anticipated-use environment by the temperature of about 700 degrees C with heating by exhaust gas, and heating at a heater.

[0003]

Moreover, in the above-mentioned conventional system, the component impedance of a sensor component has the temperature characteristic. For this reason, it becomes the value from which the component impedance differed by the case where the sensor component is heated proper, and the case where that heating is not performed proper. The above-mentioned conventional equipment detects an open circuit of a sensor, degradation or an open circuit of a heater, etc. based on whether a value with a normal component impedance is shown using this property under an anticipated-use environment.

[0004]

[Patent reference 1]

JP,2000-193635,A

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

The conventional equipment mentioned above is judged to be that by which the oxygen sensor was activated when a predetermined period passes, after the internal combustion engine started. And in the condition, the abnormality judging based on a component impedance is performed to the bottom of a premise that the oxygen sensor is heated by about 700 degrees C.

[0006]

However, even if a system is normal, after an internal combustion engine starts and a predetermined period passes actually, the temperature of an oxygen sensor may turn into temperature from which it separated from near 700 degree C. In this case, a component impedance serves as a value from which it separated greatly from the value which should be produced when a sensor component is near 700 degree C for the temperature characteristic of a sensor component. And according to the above-mentioned conventional equipment, in such a case, the misjudgment law of the abnormalities of an oxygen sensor may be carried out.

[0007]

This invention aims at offering the degradation detection equipment which can always detect the abnormalities of an oxygen sensor with a sufficient precision, without having been made in order to solve the above technical problems, and being influenced by the temperature characteristic of a component impedance.

[0008]

[Means for Solving the Problem]

In order that the 1st invention may attain the above-mentioned purpose, a component impedance is degradation detection equipment of the oxygen sensor in which the temperature characteristic is shown, A 1st decision value acquisition means to compute a component impedance actual value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute the chip temperature estimate of the oxygen sensor concerned from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

It is characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[0009]

Moreover, the 2nd invention is degradation detection equipment of the oxygen sensor which a component impedance shows the temperature characteristic,

A 1st decision value acquisition means to compute a component impedance actual value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute component impedance estimate from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

It is characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[0010]

Moreover, the 3rd invention is degradation detection equipment of the oxygen sensor which a component impedance shows the temperature characteristic,

A 1st decision value acquisition means to compute a chip temperature theoretical value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute component impedance estimate from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

It is characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[0011]

Moreover, the 4th invention is degradation detection equipment of the oxygen sensor which a component impedance shows the temperature characteristic,

A 1st decision value acquisition means to compute a chip temperature theoretical value from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 1st decision value,

A 2nd decision value acquisition means to compute chip temperature estimate from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor, and to acquire the calculation value as the 2nd decision value,

An abnormality judging means to judge the abnormalities of an oxygen sensor based on said 1st decision value and said 2nd decision value,

It is characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[0012]

Moreover, in the 1st or 3rd invention, 5th invention is characterized by judging the abnormalities of said oxygen sensor, when not following the temperature characteristic of the normal the component impedance of an oxygen sensor indicates [ the relation of said 1st decision value and said 2nd decision value ] said abnormality judging means to be.

[0013]

Moreover, in the 2nd or 4th invention, as for the 6th invention, said abnormality judging means is characterized by judging the abnormalities of said oxygen sensor, when said 1st decision value and said 2nd decision value have deviated exceeding a predetermined decision value.

[0014]

Moreover, the 7th invention is set to the 5th or 6th invention, Said oxygen sensor is equipped with the sensor component which shows said temperature characteristic, and the heater for heating the sensor component concerned, Said matter which affects the temperature of an oxygen sensor includes the matter about the operating state of said heater at least, Said abnormality judging means is characterized by having a heater energization condition detection means to detect the energization condition of said heater, and an abnormality specification means in a sensor component to specify the abnormality with the abnormalities of said sensor component when the abnormalities of said oxygen sensor are judged under the situation that said heater is not energizing.

[0015]

Moreover, 8th invention is characterized by equipping said abnormality judging means with the energization means for stopping which stops the energization, when the abnormalities of said oxygen sensor are judged under the situation that said heater is energizing in the 7th invention.

[0016]

Moreover, 9th invention is characterized by equipping said abnormality judging means with an abnormality judging means in a heater to judge the abnormalities of said heater, when the abnormality judging of said oxygen sensor covers after the energization to said heater was stopped by said energization means for stopping in the 8th invention.

[0017]

Moreover, the 10th invention is set to the 1st thru/or the 9th invention,

Said abnormality judging means,

A 1st variation detection means to detect said amount of the 1st decision value changes,

It has a 2nd variation detection means to detect said amount of the 2nd decision value changes,

When said amount of the 1st decision value changes and said amount of the 2nd decision value changes do not show correlation of normal, it is characterized by judging the abnormalities of said oxygen sensor.

[0018]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the gestalt of implementation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, the explanation which gives the same sign to the element which is common in each drawing, and overlaps is omitted.

[0019]

The gestalt 1 of operation

[Explanation of a system configuration]

Drawing 1 is a block diagram for explaining the configuration of the gestalt 1 of operation of this invention. As shown in drawing 1, the system of this operation gestalt is equipped with the oxygen sensor 10. In this operation gestalt, an oxygen sensor 10 is arranged in an internal combustion engine's flueway, and is used as a sensor which detects the oxygen density in exhaust gas.

[0020]

The oxygen sensor 10 is equipped with the heater 14 for heating the sensor component 12 and the sensor component 12. The sensor component 12 has the property of changing the component impedance  $R_s$  according to temperature while generating the electromotive force according to the oxygen density in detected gas. As shown in drawing 1, the sensor component 12 can be expressed with the electromotive force component 16 and the impedance component 18 equivalent.

[0021]

The oxygen sensor 10 is connected to ECU (Electronic Control Unit)20. ECU20 is the computer for mount which consisted of CPU, a ROM, RAM, an electronic circuitry, etc. In this operation gestalt, the heater control section 22, the component impedance detecting element 24, the fuel cut detecting element 26, the chip temperature presumption section 28, and the abnormality judging section 30 are realized by hardware and software inside ECU20.

[0022]

The heater control section 22 realizes the function which controls the heater 14 of an oxygen sensor 10. The sensor component 12 of an oxygen sensor 10 generates the electromotive force according to the oxygen density in detected gas, when heated by predetermined activity temperature. For this reason, the heater control section 22 controls energization and the condition of not energizing of a heater 14 so that the temperature of the sensor component 12 is maintained by the above-mentioned activity temperature during actuation of an oxygen sensor 10.

[0023]

The component impedance detecting element 24 realizes the function to detect the component impedance  $R_s$  of the sensor component 12. More specifically, the component impedance detecting element 24 is a part which supplies suitable power to the sensor component 12, and detects the component impedance  $R_s$  from the value relevant to the power. Since the sensor component 12 is an electromotive force-type sensor, while power is supplied to the sensor component 12, a sensor output cannot be taken out from the sensor component 12 (while the electrical potential difference is impressed). For this reason, the component impedance detecting element 24 supplies power to the sensor component 12 only within the predetermined timing which should detect the component impedance  $R_s$ . And the component impedance  $R_s$  is detected according to the applied voltage  $V$  which acts on the both ends of the sensor component 12 in that case, and the relation ( $V=R_s \cdot I$ ) materialized between the circulation currents  $I$  which flow the sensor component 12. Hereafter, the component impedance  $R_s$  detected by the component impedance detecting element 24, i.e., the component impedance computed based on the power related value supplied to the sensor component 12, is called "the component impedance actual value  $R_{sr}$ ."

[0024]

In an internal combustion engine, an engine rotational frequency is high, and when the accelerator pedal is opened wide, in order to stop injection of a fuel, a fuel cut is performed. The fuel cut detecting element 26 realizes the function to detect the activation, when the above-mentioned fuel cut is performed in an internal combustion engine. The detection result of the fuel cut detecting element 26 is supplied to the chip temperature presumption section 28.

[0025]

The chip temperature presumption section 28 is provided with the information about energization and un-energizing from the heater control section 22, while the information about activation of a fuel cut is offered from the fuel cut detecting element 26 as mentioned already. [ of a heater 14 ] Moreover, the air flow meter 32, the speed sensor 34, the intake temperature sensor 36, and the atmospheric pressure sensor 38 are connected to the chip temperature presumption section 28. The chip temperature presumption section 28 is provided with the information about the inhalation air content  $G_a$ , the vehicle speed  $SPD$ , an intake-air temperature  $T_a$ , and atmospheric pressure  $P_a$  from those sensors. Each above-mentioned information with which the chip temperature presumption section 28 is provided is information which affects the temperature of an oxygen sensor 10 (sensor component 12). More specifically, it is the information on main matters that the supply heating value  $T_s$  to an oxygen sensor 10 (sensor component 12) or heat loss  $T_r$  is affected from an oxygen sensor 10 (sensor component 12). The chip temperature presumption section 28 realizes the function to presume the temperature of the sensor component 12, based on those information. The chip temperature computed based on the information on main matters that the temperature of the sensor component 12 presumed by the chip temperature presumption section 28, i.e., the temperature of the sensor component 12, is affected hereafter is called "the chip temperature estimate  $T_{ex}$ ."

[0026]

The abnormality judging section 30 is the block for performing the abnormality judging of an oxygen sensor 10 based on the component impedance actual value  $R_{sr}$  detected by the component impedance detecting element 24, and the chip temperature estimate  $T_{ex}$  presumed by the chip temperature presumption section 28.

[0027]

Drawing 2 shows the temperature characteristic which the relation  $R_s$  between the chip temperature of the sensor component 12 and the component impedance  $R_s$ , i.e., the component impedance of the sensor component 12, shows. As shown in drawing 2, the sensor component 12 has the property of reducing the component impedance  $R_s$  exponentially, to the rise of a chip temperature.

[0028]

If the oxygen sensor 10 is normal, correlation as shown in drawing 2 also between the component impedance actual value  $R_{sr}$  computed based on a power related value and the chip temperature estimate  $T_{ex}$  presumed based on the matter which affects temperature should be accepted. For this reason, the abnormality judging section 30 judges whether abnormalities have arisen in the oxygen sensor 10 based on whether correlation of normal as shown in drawing 2 between the component impedance actual value  $R_{sr}$  and the chip temperature estimate  $T_{ex}$  is accepted.

[0029]

[Explanation of the concrete criteria of abnormality decision]

Drawing 3 is drawing for explaining what kind of judgment the equipment of this operation gestalt makes

to the relation between the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$ .

In drawing 3,  $T_1$  and  $T_2$  which are shown in an axis of abscissa are the lower limit and upper limit of an operating temperature field of an oxygen sensor 10, respectively. More specifically, temperature  $T_1$  is the minimum temperature (for example, 350 degrees C) for judging whether an oxygen sensor 10 is an active state. Moreover, temperature  $T_2$  is the temperature (for example, 900 degrees C) of the upper limit which the oxygen sensor 10 has reached under an anticipated-use environment.

[0030]

Moreover, in drawing 3, it is a value (for example, 15kohm) big enough to the component impedance  $R_s$  which should be shown at temperature  $T_1$ , the minimum 12, i.e., the sensor component, of the resistance which is not produced unless the open circuit has produced  $R_1$  shown on an axis of ordinate for the sensor component 12 when an oxygen sensor 10 is an active state (when it is more than temperature  $T_1$ ).

Moreover, it is a value (for example, 5ohms) small enough to the component impedance  $R_s$  which should be shown at temperature  $T_2$ , the upper limit 12, i.e., the sensor component, of the resistance which  $R_2$  shown on an axis of ordinate will not produce unless short-circuit will arise for the sensor component 12 (supposing it is less than [ temperature  $T_2$  ]) supposing the oxygen sensor 10 is used under the anticipated-use environment.

[0031]

Although the chip temperature estimate  $T_{ex}$  is higher than  $T_1$  under a setup mentioned above, it is, when the component impedance actual value  $R_{sr}$  is larger than  $R_1$  (). [ field \*\*1] It can be judged that the open circuit has arisen for the sensor component 12. Moreover, although the chip temperature estimate  $T_{ex}$  is lower than  $T_2$ , when the component impedance actual value  $R_{sr}$  is smaller than  $R_2$  (), it is. [ field \*\*2] It can be judged that short-circuit has arisen for the sensor component 12. In this operation gestalt the combination of the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$  ECU20 For this reason, field \*\*1 It is alike, and in belonging, it judges that the open circuit has arisen for the sensor component 12. The combination Field \*\*2 It is alike, and in belonging, it judges that short-circuit has arisen for the sensor component 12.

[0032]

In drawing 3, sign \*\*1 Carrying out with, the shown straight line shows the temperature characteristic which a chip temperature and the component impedance  $R_s$  should show essentially. When an oxygen sensor 10 is normal, as long as the chip temperature estimate  $T_{ex}$  belongs to the common region, the combination of the estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$  (as long as  $T_1 < T_{ex} < T_2$  is materialized) Straight-line \*\*1 It should be located in \*\*\*\*\*. When it puts in another way, the combination of the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$  under the situation that  $T_1 < T_{ex} < T_2$  is materialized Straight-line \*\*1 since -- when it exists in the location which deviated greatly, it can be judged that an oxygen sensor 10 is not normal.

[0033]

In drawing 3, sign \*\*4 Or \*\*5 Carry out with and the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$  the shown straight line, respectively Straight-line \*\*1 since -- when it has deviated greatly, it is the set of the boundary point which should be judged. For this reason, field \*\*6 the combination of the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$  indicates ECU20 to be to drawing 3 in this operation gestalt Or \*\*7 It is alike, and in belonging, it judges that degradation has arisen for the sensor component 12.

[0034]

When an oxygen sensor 10 is normal, between the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$ , the correlation which always followed the temperature characteristic of normal should be accepted. That is, as long as an oxygen sensor 10 is normal, when change arises in one side of the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$ , the proper change according to the change should occur on those another side. For this reason, it is concerned with to what kind of field the combination of the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$  belongs, and is that there is nothing (). [ straight-line \*\*4] \*\*5 Field \*\*8 boiled and inserted Even if it is the case where it belongs, when it is alike, and correlation of normal is not accepted between change  $\Delta T_{ex}$  of the chip temperature estimate  $T_{ex}$ , and change  $\Delta R_{sr}$  of the component impedance actual value  $R_{sr}$ , it can be judged that abnormalities have arisen in the oxygen sensor 10. Then, in this operation gestalt, ECU20 judges it as what the short-circuit ("middle short-circuit" is called hereafter) with a middle impedance produced for the sensor component 12, when such a phenomenon is detected.



[0035]

[Explanation of the concrete processing performed for abnormality decision]

The contents of the concrete processing performed that ECU20 should judge the abnormalities of an oxygen sensor 10 in accordance with the concrete criteria mentioned above with reference to drawing 4 thru/or drawing 7 hereafter are explained.

Drawing 4 is the flow chart of the control routine which ECU20 performs in order to detect an open circuit and short-circuit of the sensor component 12.

By the routine shown in drawing 4, the chip temperature estimate Tex of an oxygen sensor 10 is computed first (step 100).

[0036]

Drawing 5 is a flow chart for explaining the contents of the chip temperature presumption processing performed in the above-mentioned step 100. ECU20 computes the chip temperature estimate Tex along with the routine shown in drawing 5, whenever the above-mentioned step 100 is performed.

By the routine shown in drawing 5, the chip temperature estimate Tex and the supply heating value Ts which were computed at the time of the last processing cycle are first transposed to the old chip temperature estimate TexO and the old supply heating value TsO, respectively (step 108).

In addition, it is the heating value supplied to the sensor component 12 in the supply heating value Ts.

The detail and its calculation approach of the supply heating value Ts are later explained to a detail.

[0037]

By the routine shown in drawing 5 next, the inhalation air content Ga, the vehicle speed SPD, an intake-air temperature Ta, and atmospheric pressure Pa are detected from the various sensors connected to ECU20 (step 110).

[0038]

Next, the information about the running state of a fuel cut and the energization condition of a heater 14 is detected from the fuel cut detecting element 26 and the heater control section 22 (step 112).

[0039]

Subsequently, based on the inhalation air content Ga, the running state of a fuel cut, and energization and the condition of not energizing of a heater, the chip temperature convergence value Tga corresponding to a current situation is computed (step 114).

The chip temperature convergence value Tga receives big effect in the temperature and the flow rate of exhaust gas. Moreover, the convergence value Tga is greatly influenced by whether heating at a heater 14 is performed. The flow rates of exhaust gas are the inhalation air content Ga and equivalence in principle. Moreover, the temperature of exhaust gas becomes a greatly different thing according to whether the fuel cut is performed. For this reason, with this operation gestalt, the chip temperature convergence value Tga is computed based on the inhalation air content Ga, the running state of a fuel cut, and energization and the condition of not energizing of a heater, like the above. ECU20 is relation with these three elements, and has memorized the map which defined the chip temperature convergence value Tga. Specifically at this step 114, the chip temperature convergence value Tga is computed by applying the three above-mentioned elements to the map.

[0040]

By the routine shown in drawing 5 next, the atmospheric pressure correction factor Kp is computed based on atmospheric pressure Pa (step 116).

The temperature of the sensor component 12 changes so a lot that current temperature has deviated from the chip temperature convergence value Tga. That is, the heating value Ts supplied to the sensor component 12 has correlation to the difference of a current chip temperature and the chip temperature convergence value Tga. And this correlation changes with the effects of air density etc. according to atmospheric pressure Pa. The atmospheric pressure correction factor Kp is a multiplier computed as a value which should be integrated to the chip temperature convergence value Tga that it should correspond to the change.

[0041]

Calculation of the atmospheric pressure correction factor Kp computes [ next ] the supply heating value Ts to the sensor component 12 according to the operation expression shown below (step 118).

$$Ts = TsO + \{ (Tga - Kp - TexO) / Kb \} - TsO / Ka \dots (1)$$

TsO and TexO are the supply heating values Ts and the chip temperature estimate Tex which were computed at the time of the last processing cycle, respectively among the above-mentioned (1) type (above step 108 reference). Moreover, among the above-mentioned (1) type, each of Kb(s) and Ka(s) anneals and is a constant. (Tga-Kp- TexO) means the heating value supplied to the sensor component 12 in

this processing cycle among the right-hand side of the above-mentioned (1) formula. And the heating value anneals  $\{ (T_{ga} - K_p - T_{exO}) / K_b \}$  which broke the value by  $K_b$ , and it is a value. Furthermore, the supply heating value  $T_{sO}$  at the time of the last processing cycle and the supply heating value computed at the time of this processing cycle anneal the value  $\{ (T_{ga} - K_p - T_{exO}) / K_b \} - T_{sO}$  which annealed and subtracted the old supply heating value  $T_{sO}$  from the value, and it means the difference with a value. According to the above-mentioned (1) formula, the supply heating value  $T_s$  at the time of the present cycle is computed by what is made to reflect in the old supply heating value  $T_{sO}$  the value which annealed the difference of the supply heating value by  $K_a$  further (it adds).

[0042]

According to processing of step 118 mentioned above, the supply heating value  $T_s$  to the sensor component 12 is computable with a sufficient precision by making the heat environment currently formed at the time of this processing cycle reflect in the base suitably by using the supply heating value  $T_{sO}$  at the time of the last processing cycle as the base.

[0043]

By the routine shown in drawing 5 next, the radiant heat multiplier  $K_{spd}$  by the vehicle speed  $SPD$  is computed (step 120).

When the car is running, an oxygen sensor 10 is cooled more in the style of transit. The above-mentioned radiant heat multiplier  $K_{spd}$  is a multiplier about the heating value emitted from an oxygen sensor 10 by cooling depended in the style of transit, and the value becomes so large that the vehicle speed  $SPD$  is early. ECU20 has memorized the map which defined the relation between the vehicle speed  $SPD$  and the radiant heat multiplier  $K_{spd}$ . At this step 120, the radiant heat multiplier  $K_{spd}$  is computed according to the map.

[0044]

Calculation of the radiant heat multiplier  $K_{spd}$  computes [ next ] the heat loss  $Tr$  from an oxygen sensor 10 according to the operation expression shown below (step 122).

$Tr = K_{spd} - (T_{ex} - T_a) \dots (2)$

The heat loss  $Tr$  from an oxygen sensor 10 receives effect in the difference of the others and chip temperature estimate  $T_{ex}$  and an intake-air temperature  $T_a$  greatly. [ vehicle speed /  $SPD$  ] According to the above-mentioned (2) formula, the heat loss  $Tr$  from an oxygen sensor 10 is computable with a sufficient precision by taking these two factors into consideration.

[0045]

The supply heating value  $T_s$  supplied to an oxygen sensor 10 in connection with this processing cycle by a series of processings in which it explained above, and the heat loss  $Tr$  emitted from an oxygen sensor 10 are computable. ECU20 computes the chip temperature estimate  $T_{ex}$  at the time of this processing cycle those heating values  $T_s$  and  $Tr$  and by substituting the old chip temperature estimate  $T_{exO}$  for a degree type (step 124).

$T_{ex} = T_{exO} + (T_s - Tr) \dots (3)$

[0046]

Hereafter, the flow chart again shown in drawing 4 is explained.

If the chip temperature estimate  $T_{ex}$  is computed in the above-mentioned step 100, the component impedance actual value  $R_{sr}$  will be computed by the routine shown in drawing 4 next (step 130).

The component impedance actual value  $R_{sr}$  is computed based on the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor 10. When computing the component impedance actual value  $R_{sr}$ , specifically, ECU20 impresses the predetermined electrical potential difference  $V$  to an oxygen sensor 10 first. In that case, ECU20 detects the current  $I$  which circulates the sensor component 12, and computes component impedance actual value  $R_{sr} = V/I$  based on those applied voltage  $V$  and the circulation current  $I$ .

[0047]

By the routine shown in drawing 4 next, it is distinguished whether the component impedance actual value  $R_{sr}$  is smaller than the open-circuit decision value  $R_1$  (for example, 15kohm) (step 132). Consequently, when  $R_{sr} < R_1$  was not materialized and it is distinguished (i.e., when it is distinguished that the component impedance actual value  $R_{sr}$  is more than open-circuit decision value  $R_1$ ), it is distinguished whether the chip temperature estimate  $T_{ex}$  is higher than the activity judging temperature  $T_1$  (for example, 350 degrees C) (step 134).

[0048]

When the chip temperature estimate  $T_{ex}$  was not higher than the activity judging temperature  $T_1$  and it is distinguished, since the oxygen sensor 10 is not yet activated, it can be judged that the component

impedance  $R_s$  may be over the open-circuit decision value  $R_1$ . In this case, the condition judging of an oxygen sensor 10 is suspended and this processing cycle is ended promptly henceforth.

[0049]

On the other hand, when the chip temperature estimate  $T_{ex}$  was higher than the activity judging temperature  $T_1$  and it is distinguished in the above-mentioned step 134, an oxygen sensor 10 can judge that the big component impedance  $R_s$  is shown unfairly, in spite of activating. In this case, ECU20 judges an open circuit of the sensor component 12, and terminates this processing cycle (step 136).

[0050]

In the above-mentioned step 132, when the component impedance actual value  $R_{sr}$  was smaller than the open-circuit decision value  $R_1$  and it is distinguished next, it is distinguished whether the component impedance actual value  $R_{sr}$  is larger than the short decision value  $R_2$  (step 138).

Consequently, when  $R_{sr} > R_2$  was not materialized and it is distinguished (i.e., when it is distinguished that the component impedance actual value  $R_{sr}$  is less than [ short decision value  $R_1$  ]), it is distinguished whether the chip temperature estimate  $T_{ex}$  is lower than the common upper limit temperature  $T_2$  (for example, 900 degrees C) (step 140).

[0051]

When the chip temperature estimate  $T_{ex}$  was not lower than the common upper limit temperature  $T_2$  and it is distinguished, since the oxygen sensor 10 serves as an elevated temperature exceeding operating temperature, it can be judged that the component impedance  $R_s$  may be falling to less than [ short decision value  $R_2$  ]. In this case, the condition judging of an oxygen sensor 10 is suspended and processing after step 144 mentioned later is performed henceforth.

[0052]

On the other hand, when the chip temperature estimate  $T_{ex}$  was lower than the common upper limit temperature  $T_2$  and it is distinguished in the above-mentioned step 140, the component impedance  $R_s$  of an oxygen sensor 10 can judge that the small value is shown unfairly. In this case, ECU20 judges short-circuit of the sensor component 12, and terminates this processing cycle (step 142).

[0053]

When  $R_{sr} > R_2$  was materialized in the above-mentioned step 138 and it is distinguished, and when  $T_{ex} < T_2$  was materialized in the above-mentioned step 140 and it is distinguished, it is judged that ECU20 has an oxygen sensor 10 in an active state. And ECU20 performs well-known feedback control of air-fuel ratio in this case based on the output of an oxygen sensor 10 (step 144).

[0054]

Furthermore, in this case, henceforth, ECU20 performs short detection processing ( drawing 7 is referred to and it is the after-mentioned) for detecting the degradation detection processing ( drawing 6 being referred to and it being the after-mentioned) for detecting degradation of an oxygen sensor 10, and middle short-circuit of an oxygen sensor 10, and terminates this processing cycle (step 146).

[0055]

Drawing 6 shows the flow chart of the degradation detection processing which ECU20 performs in the above-mentioned step 146.

By the routine shown in drawing 6, the chip temperature theoretical value  $T_i$  is first computed based on the component impedance actual value  $R_{sr}$ . (Step 150).

As mentioned already, between the chip temperature of an oxygen sensor 10, and the component impedance  $R_s$ , relation (temperature characteristic) as shown in drawing 2 is materialized. ECU20 has memorized the map corresponding to the relation, and the chip temperature theoretical value  $T_i$  corresponding to the component impedance actual value  $R_{sr}$  is computed in conformity with the map at this step 150.

[0056]

Next, it is distinguished whether difference  $T_{ex} - T_i$  of the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the chip temperature theoretical value  $T_i$  is larger than deviation decision value  $T_3$  (for example, 100 degrees C) (step 152).

The chip temperature estimate  $T_{ex}$  is the chip temperature computed on the basis of the value which affects the temperature of an oxygen sensor 10. On the other hand, the chip temperature theoretical value  $T_i$  is the chip temperature computed as a value corresponding to the component impedance actual value  $R_{sr}$ , i.e., the chip temperature computed on the basis of the power related value over an oxygen sensor 10. These are the physical quantity which should be in agreement, when an oxygen sensor 10 shows the temperature characteristic of normal. Therefore, both difference  $T_{ex} - T_i$  can judge that the oxygen sensor 10 shows the temperature characteristic of normal when small, and on the other hand, the

difference **\*\* Tex-Ti \*\*** can judge that the oxygen sensor 10 does not show the temperature characteristic of normal, when large.

In addition, field **\*\*6** the combination of the chip temperature estimate Tex and the component impedance actual value Rsr indicates processing of this step 152 to be to above-mentioned drawing 3 substantially Or **\*\*7** It is the same with it being alike and judging whether it belongs or not.

[0057]

By the routine shown in drawing 6, in the above-mentioned step 152, when **\*\* Tex-Ti \*\* > T3** was not materialized and it is distinguished, it is judged that an oxygen sensor 10 is normal and the routine promptly shown in drawing 6 R> 6 is ended henceforth. On the other hand, when **\*\* Tex-Ti \*\* > T3** was materialized and it is distinguished, it is judged that degradation has arisen in the oxygen sensor 10 (step 154).

[0058]

The sensor component 12 besides when degradation has produced the conditions of the above-mentioned step 152 for the sensor component 12 is materialized also when abnormalities have arisen at the heater 14, although it is normal. That is, in this operation gestalt, the supply heating value Ts (strictly chip temperature convergence value Tga) is distinguished in the calculation process of the chip temperature estimate Tex according to energization and the condition of not energizing of a heater 14 (above step 114 reference). Therefore, under the environment where a heater 14 does not function normally, when the chip temperature convergence value Tga is computed as what the heater 14 is energizing, gross errors may be overlapped on the chip temperature estimate Tex, consequently the conditions of the above-mentioned step 152 may be satisfied. then, when, as for ECU20, degradation of an oxygen sensor 10 is accepted by decision of the above-mentioned step 152, the degradation is degradation of the sensor component 12 henceforth -- or processing for specifying whether it is degradation of a heater 14 is performed.

[0059]

Specifically, subsequently to processing of the above-mentioned step 154, ECU20 distinguishes first whether a heater 14 is in the condition of not energizing (step 156).

Consequently, when it is distinguished that a heater 14 is in the condition of not energizing, it can be judged that the cause of deviation of the chip temperature estimate Tex and the chip temperature theoretical value Ti is not degradation of a heater 14. In this case, ECU20 specifies the contents of degradation of an oxygen sensor 10 with the abnormalities of the sensor component 12 (step 158), and terminates this processing cycle.

[0060]

On the other hand, when a heater 14 was not un-energizing and it is distinguished in the above-mentioned step 156, a heater 14 is compulsorily made into the condition of not energizing (step 160).

If a heater 14 is compulsorily made into the condition of not energizing, degradation of a heater 14 can be removed from the cause of deviation of the chip temperature estimate Tex and the chip temperature theoretical value Ti. It judges whether ECU20 has difference **\*\* Tex-Ti \*\*** of Tex and Ti larger than deviation decision value T3 which computed the chip temperature estimate Tex and the chip temperature theoretical value Ti again, and was newly computed after the above-mentioned step 160 (step 162).

[0061]

When **\*\* Tex-Ti \*\* > T3** was materialized again and it is distinguished by processing of the above-mentioned step 162, it can be judged that the causes by which Tex and Ti have deviated are not the abnormalities of a heater 14. In this case, ECU20 performs processing of the above-mentioned step 158 that the contents of degradation of an oxygen sensor 10 should be specified with the abnormalities of the sensor component 12, and terminates this processing cycle.

[0062]

On the other hand, when **\*\* Tex-Ti \*\* > T3** was not materialized and it is distinguished by processing of the above-mentioned step 162, as a result of making a heater 14 into the condition of not energizing, compulsorily, it can be judged that the relation between the chip temperature estimate Tex and the chip temperature theoretical value Ti returned to the relation of normal. In this case, ECU20 specifies the contents of degradation of an oxygen sensor 10 with the abnormalities of a heater 14 (step 164), and terminates this processing cycle.

[0063]

Drawing 7 shows the flow chart of middle short detection processing which ECU20 performs in the above-mentioned step 146.

By the routine shown in drawing 7, the initial value of the chip temperature estimate Tex and the component impedance actual value Rsr is memorized first (step 170).

Specifically at this step 170, the chip temperature estimate  $T_{ex}$  in the time (A point) of this routine being performed for the first time and the component impedance actual value  $R_{sr}$  are memorized as the A point chip temperature estimate  $T_{exA}$  and an A point component impedance actual value  $R_{srA}$ , respectively.

[0064]

Next, the current chip temperature estimate  $T_{ex}$  is memorized as B point chip temperature estimate  $T_{exB}$  (step 172).

[0065]

Subsequently, it is distinguished whether difference  $T_{exA}-T_{exB}$  of the A point chip temperature estimate  $T_{exA}$  and the B point chip temperature estimate  $T_{exB}$  is larger than predetermined judgment temperature  $T_{four}$  (for example, 100 degrees C). That is, after the A point chip temperature estimate  $T_{exA}$  is detected, it is distinguished whether change which will exceed judgment temperature  $T_{four}$  to the chip temperature estimate  $T_{ex}$  by the time of this processing cycle arose (step 174).

[0066]

Processing of the above-mentioned step 174 is repeatedly performed until it will be distinguished, if  $T_{exA}-T_{exB}>T_{four}$  is materialized. And if formation of the condition is accepted next, the component impedance actual value  $R_{sr}$  at present will be memorized as a B point component impedance actual value  $R_{srB}$  (step 176).

[0067]

By the routine shown in drawing 7 next, it is distinguished whether a difference with the B point component impedance actual value  $R_{srB}$  memorized at the A point component impedance actual value  $R_{srA}$  memorized at the above-mentioned step 170 and the above-mentioned step 176 is smaller than the middle short decision value  $R_4$  (step 178).

[0068]

Between the chip temperature of an oxygen sensor 10, and the component impedance  $R_s$ , the correlation corresponding to the temperature characteristic of normal should be accepted. Therefore, when the oxygen sensor 10 was normal and change which exceeds judgment temperature  $T_{four}$  to the chip temperature estimate  $T_{ex}$  arises, the change corresponding to the judgment temperature  $T_{four}$  should have arisen also in the component impedance actual value  $R_{sr}$ .

[0069]

The middle short decision value  $R_4$  used in the above-mentioned step 178 is set as the variation which should appear in the component impedance  $R_s$  when chip temperature change of  $T_{four}/2$  (50 degrees C) specifically arises in an oxygen sensor 10, a predetermined, value small enough and as compared with the variation corresponding to judgment temperature  $T_{four}$ . Therefore, when  $R_{srA}-R_{srB}<R_4$  was materialized and it is distinguished, the variation clearly produced in the component impedance actual value  $R_{sr}$  can judge too little to the variation generated in the chip temperature estimate  $T_{ex}$ .

[0070]

By the routine shown in drawing 7, in the above-mentioned step 178, when  $R_{srA}-R_{srB}<R_4$  was materialized and it is distinguished, it is judged that middle short-circuit has arisen in the oxygen sensor 10 (step 180). When  $R_{srA}-R_{srB}<R_4$  was not materialized and it is distinguished, after it is judged that middle short-circuit is not produced and a normal judging is made on the other hand, this processing cycle is ended (step 182).

[0071]

According to the routine shown in drawing 4 thru/or drawing 7, an open circuit of an oxygen sensor 10, short one, degradation, and middle short-circuit can be correctly judged as explained above. Thus, the abnormality judging of an oxygen sensor 10 can always be performed with a sufficient precision, without being influenced by the temperature characteristic of the component impedance  $R_s$  based on the component impedance actual value  $R_{sr}$  (or the chip temperature theoretical value  $T_i$ ) calculated from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor 10, and the chip temperature estimate  $T_{ex}$  computed based on the value which affects the temperature of an oxygen sensor 10 according to the equipment of this operation gestalt.

[0072]

By the way, in the gestalt 1 of operation mentioned above, an open circuit, a short judgment, and the judgment (refer to drawing 4 and drawing 7) of middle short-circuit are performed based on the comparison with the component impedance actual value  $R_{sr}$  and the chip temperature estimate  $T_{ex}$ , and the degradation judging is performed based on the comparison with the chip temperature theoretical value  $T_i$  and the chip temperature estimate  $T_{ex}$ . However, the combination of those judgments is not limited to this.

[0073]

That is, in this operation gestalt, it is a premise that the component impedance  $R_s$  shows the temperature characteristic also for an oxygen sensor 10. For this reason, if the component impedance  $R_s$  (the above-mentioned component impedance actual value  $R_{sr}$ ) is computable at all from the value relevant to power, it is possible to compute a chip temperature (the above-mentioned chip temperature theoretical value) from that power related value. Moreover, if a chip temperature (the above-mentioned chip temperature estimate  $T_{ex}$ ) is computable at all from the value which influences temperature, it is possible to compute a component impedance (for "component impedance estimate" to be called hereafter) on the basis of the temperature influence value.

[0074]

What is necessary is just to be able to judge whether correlation of normal is materialized between the component impedance  $R_s$  or chip temperature computed from a power related value, and the component impedance  $R_s$  or chip temperature computed from a temperature influence value, when judging whether an open circuit, short one, degradation, or middle short-circuit has arisen in the oxygen sensor 10.

Therefore, what is necessary is just to perform those judgments by being based on any of four combination shown below they are.

\*\*1 Put together as the component impedance actual value  $R_{sr}$  and the chip temperature estimate  $T_{ex}$ .

\*\*2 Put together as the component impedance actual value  $R_{sr}$  and component impedance estimate.

\*\*3 Put together as the chip temperature theoretical value  $T_i$  and component impedance estimate.

\*\*4 Put together as the chip temperature theoretical value  $T_i$  and the chip temperature estimate  $T_{ex}$ .

[0075]

In addition, in the gestalt 1 of operation mentioned above, when ECU20 performs processing of the above-mentioned step 130, as for the "1st decision value acquisition means" in said 1st invention, ECU20 is realized by performing processing of the above-mentioned step 100 again, respectively, as for the "2nd decision value acquisition means." Moreover, those the "1st decision value acquisition means" and the "2nd decision value acquisition means" are realized also when ECU20 performs processing of the above-mentioned steps 170-176. Furthermore, the "abnormality judging means" in said 1st invention is realized when ECU20 performs processing of the above-mentioned steps 132-142, or processing of the above-mentioned steps 178-182.

[0076]

Moreover, in the gestalt 1 of operation mentioned above, the "abnormality judging means" is realized, respectively, when ECU20 performs processing of the above-mentioned step 150, as for the "2nd decision value acquisition means", ECU20 performs processing of the above-mentioned step 100 and the "1st decision value acquisition means" in said 3rd invention performs processing of the above-mentioned steps 152-164.

[0077]

Moreover, in the gestalt 1 of operation mentioned above, the "heater energization condition detection means" in said 7th invention is realized by the heater control section 22 shown in drawing 1, and the above "the abnormality specification means in a sensor component" is realized, when ECU20 performs processing of the above-mentioned step 158.

[0078]

Moreover, in the gestalt 1 of operation mentioned above, the "energization means for stopping" in said 8th invention is realized, when ECU20 performs processing of the above-mentioned step 160.

[0079]

Moreover, in the gestalt 1 of operation mentioned above, the "abnormality judging means in a heater" in said 9th invention is realized, when ECU20 performs processing of the above-mentioned step 164.

[0080]

Moreover, in the gestalt 1 of operation mentioned above, when ECU20 performs processing of the above-mentioned steps 170 and 172, as for the "1st variation detection means" in said 10th invention, ECU20 is realized by performing processing of the above-mentioned steps 174 and 176, respectively, as for the above "the 2nd variation detection means."

[0081]

[Effect of the Invention]

Since this invention is constituted as explained above, effectiveness as taken below is done so.

The abnormalities of an oxygen sensor can always be judged with a sufficient precision, without the component impedance actual value computed from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor and the chip temperature estimate computed from the matter which affects the temperature of an

oxygen sensor being influenced by the temperature characteristic of a component impedance based on whether proper relation is filled according to the 1st invention.

[0082]

The abnormalities of an oxygen sensor can always be judged with a sufficient precision, without the component impedance actual value computed from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor and the component impedance estimate computed from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor being influenced by the temperature characteristic of a component impedance based on whether proper relation is filled according to the 2nd invention.

[0083]

The abnormalities of an oxygen sensor can always be judged with a sufficient precision, without the chip temperature theoretical value computed from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor and the component impedance estimate computed from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor being influenced by the temperature characteristic of a component impedance based on whether proper relation is filled according to the 3rd invention.

[0084]

The abnormalities of an oxygen sensor can always be judged with a sufficient precision, without the chip temperature theoretical value computed from the value relevant to the power supplied to an oxygen sensor and the chip temperature estimate computed from the matter which affects the temperature of an oxygen sensor being influenced by the temperature characteristic of a component impedance based on whether proper relation is filled according to the 4th invention.

[0085]

According to the 5th invention, based on whether the temperature characteristic with the proper relation between a component impedance actual value and chip temperature estimate is followed, the abnormalities of an oxygen sensor can be judged with a sufficient precision based on whether the temperature characteristic with the proper relation between a chip temperature theoretical value and component impedance estimate is followed.

[0086]

According to the 6th invention, based on whether a component impedance actual value and component impedance estimate are substantially in agreement or a chip temperature theoretical value and chip temperature estimate are substantially in agreement, the abnormalities of an oxygen sensor can be judged with a sufficient precision.

[0087]

According to the 7th invention, when the abnormalities of an oxygen sensor are judged under the situation that the heater is not energizing, the abnormality can be specified with the abnormalities of a sensor component.

[0088]

When the abnormalities of an oxygen sensor are judged under the situation that the heater is energizing according to the 8th invention, the condition of a heater can be excepted from the cause of abnormalities by stopping energization of a heater.

[0089]

When the abnormality judging of an oxygen sensor covers by excepting the condition of a heater from the cause of abnormalities according to the 9th invention, it can judge that abnormalities have arisen at the heater.

[0090]

When correlation of the normal is not accepted between the 1st decision values and the 2nd decision values which should change with correlation of normal mutually according to the 10th invention, the abnormalities of an oxygen sensor can be judged. According to such decision technique, the abnormalities of an oxygen sensor can be judged with a sufficient precision, without being influenced by the temperature characteristic of a component impedance.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a block diagram for explaining the structure of a system of the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 2] It is drawing for explaining the relation between the component impedance of an oxygen sensor, and a chip temperature.

[Drawing 3] It is drawing for explaining how the equipment of the gestalt 1 of operation of this invention judges the condition of an oxygen sensor based on the relation between the chip temperature estimate  $T_{ex}$  and the component impedance actual value  $R_{sr}$ .

[Drawing 4] It is the flow chart of the control routine which the equipment of the gestalt 1 of operation of this invention performs.

[Drawing 5] It is the flow chart of the routine performed in order that the equipment of the gestalt 1 of operation of this invention may presume the chip temperature of an oxygen sensor.

[Drawing 6] It is the flow chart of the routine performed in order that the equipment of the gestalt 1 of operation of this invention may detect degradation of an oxygen sensor.

[Drawing 7] It is the flow chart of the routine performed in order that the equipment of the gestalt 1 of operation of this invention may judge middle short-circuit of an oxygen sensor.

[Description of Notations]

10 Oxygen Sensor

12 Sensor Component

14 Heater

20 ECU(Electronic Control Unit)

22 Heater Control Section

24 Component Impedance Detecting Element

26 Fuel Cut Detecting Element

28 Chip Temperature Presumption Section

30 It is Judgment Section above.

Rs Component impedance

Rsr Component impedance actual value

Tex Chip temperature estimate

Ti Chip temperature theoretical value

Tga Chip temperature convergence value

Ts Supply heating value

Tr Heat loss

---

[Translation done.]



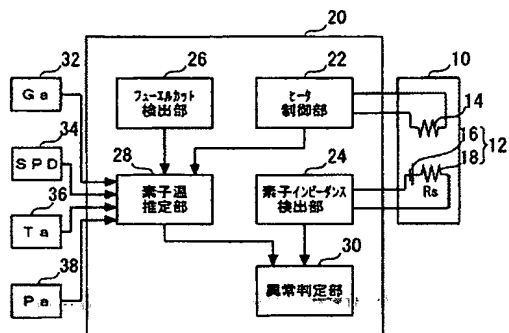
**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

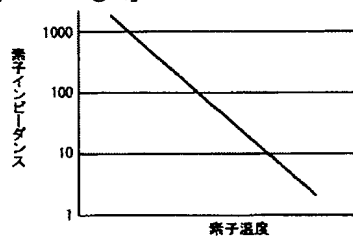
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

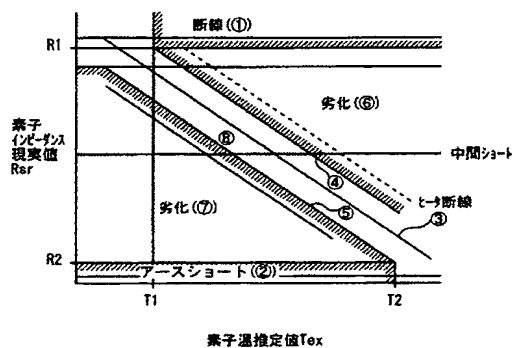
[Drawing 1]



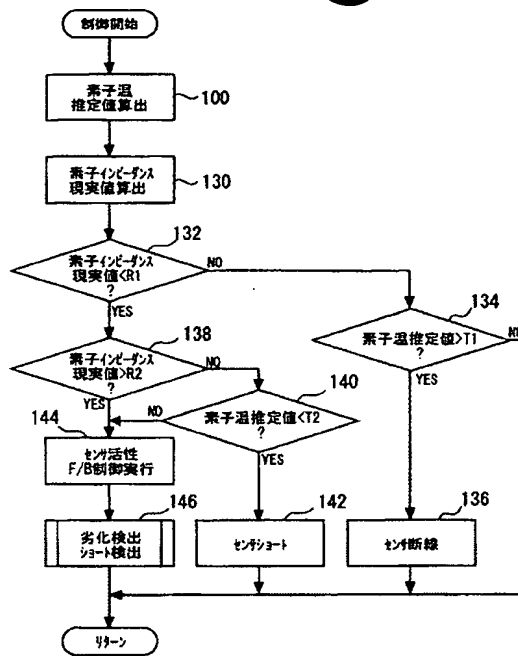
[Drawing\_2]



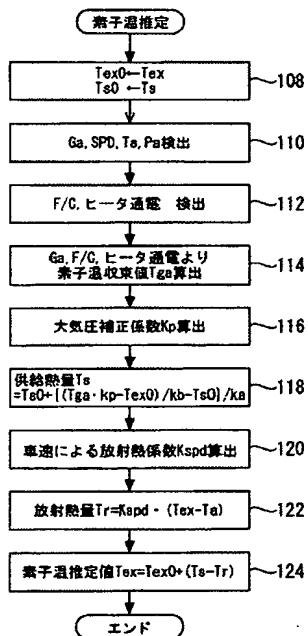
[Drawing 3]



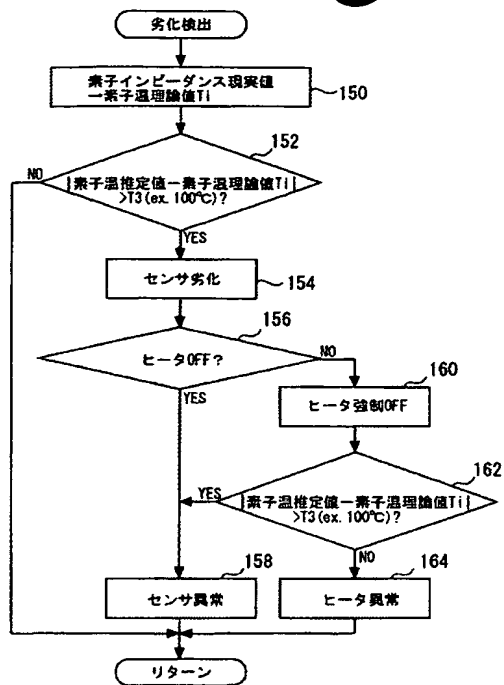
[Drawing 4]



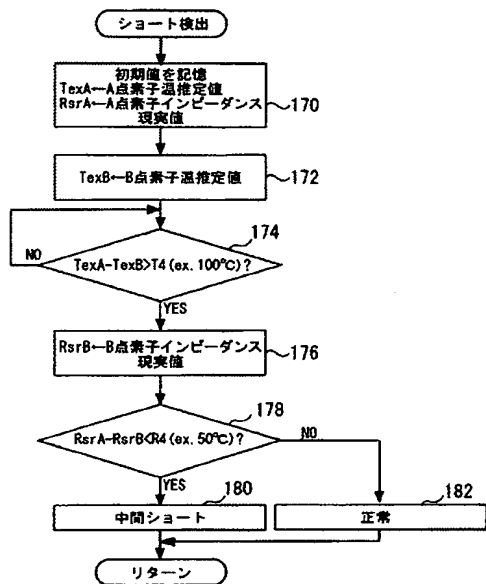
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

### テーマコード (参考)

**GO 1 N 27/28**

GO 1 N 27/26 391 A

3 G 0 8 4

**FO 1 N 3/00**

FOI N 3/00 F

3 G 0 9 1

FOI N 3/20

FOI N 3/20 C

3 G 3 0 1

FO2D 41/14

FO2D 41/14 310K

\_\_\_\_\_

**F O 2 D 45/00**

FO2D 45/00 314Z

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-341327 (P2002-341327)

(22) 出願日 平成14年11月25日 (2002. 11. 25)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 100106150

弁理士 高橋 英樹

(74) 代理人 100082175

弁理士 高田 守

(74) 代理人 100120499

弁理士 平山 淳

(72) 堯明者 服部 一孝

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考)	3G084	BA24	CA06	DA10	DA27	EA07
		EA11	EB01	EB11	EB22	FA29

[最終頁に続く](#)

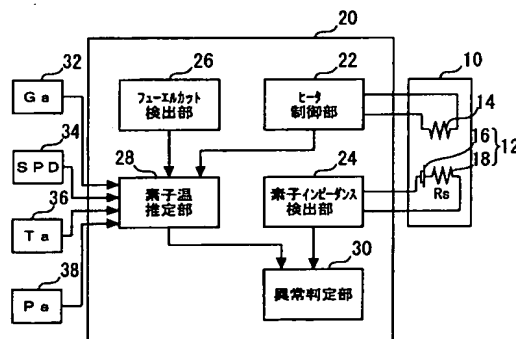
(54) 【発明の名称】 酸素センサの劣化検出装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、酸素センサの劣化検出装置に関し、素子インピーダンスの温度特性に影響されることがなく、酸素センサの異常を常に精度良く検出することを目的とする。

【解決手段】酸素センサ１０に電圧Ｖを印加し、その際に流通する電流Ｉとの関係でセンサ素子１２の素子インピーダンス現実値 $R_{sr}=V/I$ を算出する。酸素センサ１０の温度に影響を与える事項から、酸素センサ１０の素子温推定値 $T_{ex}$ を算出する。素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ と素子温推定値 $T_{ex}$ との関係が正規の温度特性に従う関係と見なせるか否かに基づいて酸素センサ１０の異常を判定する。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、  
酸素センサに供給される電力に関連する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第 1 判断値として取得する第 1 判断値取得手段と、  
酸素センサの温度に影響を与える事項から当該酸素センサの素子温推定値を算出し、その算出値を第 2 判断値として取得する第 2 判断値取得手段と、  
前記第 1 判断値と前記第 2 判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、  
を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

10

## 【請求項 2】

素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、  
酸素センサに供給される電力に関連する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第 1 判断値として取得する第 1 判断値取得手段と、  
酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第 2 判断値として取得する第 2 判断値取得手段と、  
前記第 1 判断値と前記第 2 判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、  
を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

20

## 【請求項 3】

素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、  
酸素センサに供給される電力に関連する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第 1 判断値として取得する第 1 判断値取得手段と、  
酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第 2 判断値として取得する第 2 判断値取得手段と、  
前記第 1 判断値と前記第 2 判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、  
を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

30

## 【請求項 4】

素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、  
酸素センサに供給される電力に関連する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第 1 判断値として取得する第 1 判断値取得手段と、  
酸素センサの温度に影響を与える事項から素子温推定値を算出し、その算出値を第 2 判断値として取得する第 2 判断値取得手段と、  
前記第 1 判断値と前記第 2 判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、  
を備えることを特徴とする酸素センサの劣化検出装置。

40

## 【請求項 5】

前記異常判定手段は、前記第 1 判断値と前記第 2 判断値との関係が、酸素センサの素子インピーダンスが示す正規の温度特性に則っていない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする請求項 1 または 3 記載の酸素センサの劣化検出装置。

## 【請求項 6】

前記異常判定手段は、前記第 1 判断値と前記第 2 判断値とが、所定の判定値を超えて乖離している場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする請求項 2 または 4 記載の酸素センサの劣化検出装置。

## 【請求項 7】

前記酸素センサは、前記温度特性を示すセンサ素子と、当該センサ素子を加熱するためのヒータとを備え、  
酸素センサの温度に影響を与える前記事項は、少なくとも前記ヒータの作動状態に関する事項を含み、

50

前記異常判定手段は、前記ヒータの通電状態を検知するヒータ通電状態検知手段と、前記ヒータが通電されていない状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合にその異常を前記センサ素子の異常と特定するセンサ素子異常特定手段とを備えることを特徴とする請求項5または6記載の酸素センサの劣化検出装置。

【請求項8】

前記異常判定手段は、前記ヒータが通電されている状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合に、その通電を停止する通電停止手段を備えることを特徴とする請求項7記載の酸素センサの劣化検出装置。

【請求項9】

前記異常判定手段は、前記通電停止手段により前記ヒータへの通電が停止された後に、前記酸素センサの異常判定が覆った場合に、前記ヒータの異常を判定するヒータ異常判定手段を備えることを特徴とする請求項8記載の酸素センサの劣化検出装置。 10

【請求項10】

前記異常判定手段は、  
前記第1判断値の変化量を検出する第1変化量検出手段と、  
前記第2判断値の変化量を検出する第2変化量検出手段とを備え、  
前記第1判断値の変化量と前記第2判断値の変化量とが正規の相関を示さない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする請求項1乃至9の何れか1項記載の酸素センサの劣化検出装置。

【発明の詳細な説明】 20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、酸素センサの劣化検出装置に係り、特に、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化を検出するうえで好適な劣化検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば特開2000-193635号公報に開示されるように、酸素センサの素子インピーダンスに基づいて、その酸素センサの異常を検出する装置が知られている。上記従来の装置において、酸素センサは、内燃機関の排気通路に配置される。このセンサは、センサ素子を加熱するためのヒータを有しており、通常の使用環境下では、排気ガスによる加熱と、ヒータによる加熱により700℃程度の温度に制御される。 30

【0003】

また、上記従来のシステムにおいて、センサ素子の素子インピーダンスは温度特性を有している。このため、センサ素子が適正に加熱されている場合と、その加熱が適正に行われていない場合とでは、素子インピーダンスが異なった値となる。上記従来の装置は、この特性を利用して、通常の使用環境下で素子インピーダンスが正常な値を示すか否かに基づいて、センサの断線や、ヒータの劣化或いは断線などを検出する。

【0004】

【特許文献1】

特開2000-193635号公報 40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の装置は、内燃機関が始動された後、所定期間が経過した時点で、酸素センサが活性化されたものと判断する。そして、その状態では、酸素センサが700℃程度に加熱されているとの前提の下に、素子インピーダンスに基づく異常判定が行われる。

【0006】

しかしながら、システムが正常であっても、現実には、内燃機関が始動されてから所定期間が経過した後に、酸素センサの温度が700℃付近から外れた温度となることがある。この場合、素子インピーダンスは、センサ素子の温度特性のため、センサ素子が700℃付近にある場合に生ずるべき値から、大きく外れた値となる。そして、上記従来の装置に 50

よれば、このような場合に、酸素センサの異常が誤判定されてしまうことがある。

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、酸素センサの異常を常に精度良く検出することのできる劣化検出装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、 10

酸素センサの温度に影響を与える事項から当該酸素センサの素子温推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする。

【0009】

また、第2の発明は、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子インピーダンス現実値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、 20

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする。

【0010】

また、第3の発明は、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、 30

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子インピーダンス推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする。

【0011】

また、第4の発明は、素子インピーダンスが温度特性を示す酸素センサの劣化検出装置であって、

酸素センサに供給される電力に関連する値から素子温理論値を算出し、その算出値を第1判断値として取得する第1判断値取得手段と、 40

酸素センサの温度に影響を与える事項から素子温推定値を算出し、その算出値を第2判断値として取得する第2判断値取得手段と、

前記第1判断値と前記第2判断値とに基づいて酸素センサの異常を判定する異常判定手段と、

を備えることを特徴とする。

【0012】

また、第5の発明は、第1または第3の発明において、前記異常判定手段は、前記第1判断値と前記第2判断値との関係が、酸素センサの素子インピーダンスが示す正規の温度特性に則っていない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする。 50

## 【 0 0 1 3 】

また、第 6 の発明は、第 2 または第 4 の発明において、前記異常判定手段は、前記第 1 判断値と前記第 2 判断値とが、所定の判定値を超えて乖離している場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

また、第 7 の発明は、第 5 または第 6 の発明において、前記酸素センサは、前記温度特性を示すセンサ素子と、当該センサ素子を加熱するためのヒータとを備え、

酸素センサの温度に影響を与える前記事項は、少なくとも前記ヒータの作動状態に関する事項を含み、

前記異常判定手段は、前記ヒータの通電状態を検知するヒータ通電状態検知手段と、前記ヒータが通電されていない状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合にその異常を前記センサ素子の異常と特定するセンサ素子異常特定手段とを備えることを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

また、第 8 の発明は、第 7 の発明において、前記異常判定手段は、前記ヒータが通電されている状況下で前記酸素センサの異常が判定された場合に、その通電を停止する通電停止手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

また、第 9 の発明は、第 8 の発明において、前記異常判定手段は、前記通電停止手段により前記ヒータへの通電が停止された後に、前記酸素センサの異常判定が覆った場合に、前記ヒータの異常を判定するヒータ異常判定手段を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

また、第 10 の発明は、第 1 乃至第 9 の発明において、

前記異常判定手段は、

前記第 1 判断値の変化量を検出する第 1 変化量検出手段と、

前記第 2 判断値の変化量を検出する第 2 変化量検出手段とを備え、

前記第 1 判断値の変化量と前記第 2 判断値の変化量とが正規の相関を示さない場合に前記酸素センサの異常を判定することを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

## 【 0 0 1 9 】

実施の形態 1 .

## 〔 システム構成の説明 〕

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の構成を説明するためのブロック図である。図 1 に示すように、本実施形態のシステムは酸素センサ 10 を備えている。酸素センサ 10 は、本実施形態において、内燃機関の排気通路に配置され、排気ガス中の酸素濃度を検出するセンサとして用いられる。

## 【 0 0 2 0 】

酸素センサ 10 は、センサ素子 12、およびセンサ素子 12 を加熱するためのヒータ 14 を備えている。センサ素子 12 は、被検出ガス中の酸素濃度に応じた起電力を発生すると共に、温度に応じて素子インピーダンス  $R_s$  を変化させる特性を有している。図 1 に示すように、センサ素子 12 は、起電力成分 16 とインピーダンス成分 18 とで等価的に表すことができる。

## 【 0 0 2 1 】

酸素センサ 10 は、ECU (Electronic Control Unit) 20 に接続されている。ECU 20 は、CPU、ROM、RAM、および電子回路などで構成された車載用コンピュータである。本実施形態において、ECU 20 の内部では、ハードウェアおよびソフトウェアにより、ヒータ制御部 22、素子インピーダンス検出部 24、フ

10

20

30

40

50



ユーエルカット検出部 26、素子温推定部 28、および異常判定部 30 が実現されている。

#### 【0022】

ヒータ制御部 22 は、酸素センサ 10 のヒータ 14 を制御する機能を実現する。酸素センサ 10 のセンサ素子 12 は、所定の活性温度に加熱されている場合に、被検出ガス中の酸素濃度に応じた起電力を発生する。このため、ヒータ制御部 22 は、酸素センサ 10 の作動中、センサ素子 12 の温度が上記活性温度に維持されるように、ヒータ 14 の通電・非通電状態を制御する。

#### 【0023】

素子インピーダンス検出部 24 は、センサ素子 12 の素子インピーダンス  $R_s$  を検出する機能を実現する。より具体的には、素子インピーダンス検出部 24 は、センサ素子 12 に対して適当な電力を供給し、その電力に関連する値から素子インピーダンス  $R_s$  を検出する部分である。センサ素子 12 は、起電力式のセンサであるため、センサ素子 12 に対して電力が供給されている間は（電圧が印加されている間は）、センサ素子 12 からセンサ出力を取り出すことはできない。このため、素子インピーダンス検出部 24 は、素子インピーダンス  $R_s$  を検出すべき所定のタイミングに限ってセンサ素子 12 に対して電力を供給する。そして、その際にセンサ素子 12 の両端に作用する印加電圧  $V$  と、センサ素子 12 を流れる流通電流  $I$  との間に成立する関係（ $V = R_s \cdot I$ ）に従って、素子インピーダンス  $R_s$  を検出する。以下、素子インピーダンス検出部 24 により検出される素子インピーダンス  $R_s$  を、つまり、センサ素子 12 に供給される電力関連値に基づいて算出される素子インピーダンス  $R_s$  を「素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$ 」と称す。

#### 【0024】

内燃機関においては、機関回転数が高く、かつ、アクセルペダルが開放されているような場合に、燃料の噴射を停止するためフューエルカットが実行される。フューエルカット検出部 26 は、内燃機関において上記のフューエルカットが実行された場合に、その実行を検出する機能を実現する。フューエルカット検出部 26 の検出結果は、素子温推定部 28 に供給される。

#### 【0025】

素子温推定部 28 には、既述した通り、フューエルカット検出部 26 から、フューエルカットの実行に関する情報が提供されると共に、ヒータ制御部 22 からは、ヒータ 14 の通電・非通電に関する情報が提供される。また、素子温推定部 28 には、エアフロメータ 32、車速センサ 34、吸気温センサ 36、および大気圧センサ 38 が接続されている。素子温推定部 28 には、それらのセンサから、吸入空気量  $G_a$ 、車速  $SPD$ 、吸気温  $T_a$ 、および大気圧  $P_a$  に関する情報が提供されている。素子温推定部 28 に提供される上記の情報は、何れも酸素センサ 10（センサ素子 12）の温度に影響を与える情報である。より具体的には、酸素センサ 10（センサ素子 12）に対する供給熱量  $T_s$ 、或いは酸素センサ 10（センサ素子 12）からの放射熱量  $T_r$  に影響を与える主要事項の情報である。素子温推定部 28 は、それらの情報に基づいて、センサ素子 12 の温度を推定する機能を実現する。以下、素子温推定部 28 により推定されるセンサ素子 12 の温度、つまり、センサ素子 12 の温度に影響を与える主要事項の情報に基づいて算出される素子温を「素子温推定値  $T_{ex}$ 」と称す。

#### 【0026】

異常判定部 30 は、素子インピーダンス検出部 24 によって検出された素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  と、素子温推定部 28 によって推定された素子温推定値  $T_{ex}$  とに基づいて、酸素センサ 10 の異常判定を行うためのブロックである。

#### 【0027】

図 2 は、センサ素子 12 の素子温度と素子インピーダンス  $R_s$  との関係、つまり、センサ素子 12 の素子インピーダンス  $R_s$  が示す温度特性を示す。図 2 に示すように、センサ素子 12 は、素子温度の上昇に対して、素子インピーダンス  $R_s$  を指数関数的に低下させる特性を有している。

## 【0028】

酸素センサ10が正常であれば、電力関連値に基づいて算出される素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ と、温度に影響を与える事項に基づいて推定された素子温推定値 $T_{ex}$ との間にも、図2に示すような相関が認められるはずである。このため、異常判定部30は、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ と素子温推定値 $T_{ex}$ との間に、図2に示すような正規の相関が認められるか否かに基づいて、酸素センサ10に異常が生じているか否かを判断する。

## 【0029】

〔異常判断の具体的基準の説明〕

図3は、素子温推定値 $T_{ex}$ と素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ との関係に対して、本実施形態の装置が如何なる判断を下すかを説明するための図である。 10

図3において、横軸中に示す $T_1$ および $T_2$ は、それぞれ酸素センサ10の常用温度領域の下限值および上限値である。より具体的には、温度 $T_1$ は、酸素センサ10が活性状態であるか否かを判定するための下限温度（例えば350℃）である。また、温度 $T_2$ は、通常の使用環境下で酸素センサ10が到達することのある上限の温度（例えば900℃）である。

## 【0030】

また、図3において、縦軸に示す $R_1$ は、酸素センサ10が活性状態である場合には（温度 $T_1$ 以上である場合には）、センサ素子12に断線が生じていない限り生ずることのない抵抗値の下限、つまり、センサ素子12が温度 $T_1$ で示すべき素子インピーダンス $R_s$ に対して十分に大きな値（例えば15kΩ）である。また、縦軸に示す $R_2$ は、酸素センサ10が通常の使用環境下で用いられているとすれば（温度 $T_2$ 以下であるとすれば）、センサ素子12にショートが生じない限り生ずることのない抵抗値の上限、つまり、センサ素子12が温度 $T_2$ で示すべき素子インピーダンス $R_s$ に対して十分に小さな値（例えば5Ω）である。 20

## 【0031】

上述した設定の下では、素子温度推定値 $T_{ex}$ が $T_1$ より高いにも関わらず素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ が $R_1$ より大きい場合には（領域▲1▼）、センサ素子12に断線が生じていると判断することができる。また、素子温度推定値 $T_{ex}$ が $T_2$ より低いにも関わらず素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ が $R_2$ より小さい場合には（領域▲2▼）、センサ素子12にショートが生じていると判断することができる。このため、本実施形態において、ECU20は、素子温度推定値 $T_{ex}$ と素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ との組み合わせが領域▲1▼に属する場合には、センサ素子12に断線が生じていると判断し、また、その組み合わせが領域▲2▼に属する場合には、センサ素子12にショートが生じていると判断する。 30

## 【0032】

図3中に符号▲1▼を付して示す直線は、素子温と素子インピーダンス $R_s$ とが本来示すべき温度特性を示している。酸素センサ10が正常である場合、素子温推定値 $T_{ex}$ が常用域に属している限り（ $T_1 < T_{ex} < T_2$ が成立する限り）、その推定値 $T_{ex}$ と素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ との組み合わせは、直線▲1▼の付近に位置するはずである。換言すると、 $T_1 < T_{ex} < T_2$ が成立する状況下で、素子温推定値 $T_{ex}$ と素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ との組み合わせが、直線▲1▼から大きく乖離した位置に存在する場合は、酸素センサ10が正常でないと判断することができる。 40

## 【0033】

図3中に符号▲4▼または▲5▼を付して示す直線は、それぞれ、素子温推定値 $T_{ex}$ と素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ とが、直線▲1▼から大きく乖離していると判断すべき境界点の集合である。このため、本実施形態において、ECU20は、素子温度推定値 $T_{ex}$ と素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ との組み合わせが、図3に示す領域▲6▼または▲7▼に属する場合には、センサ素子12に劣化が生じていると判断する。

## 【0034】

酸素センサ 10 が正常である場合、素子温推定値  $T_{ex}$  と素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  との間には、常に正規の温度特性に則った相関が認められるべきである。つまり、酸素センサ 10 が正常である限り、素子温推定値  $T_{ex}$  と素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  の一方に変化が生じた場合、その変化に応じた適正な変化がそれらの他方に発生するべきである。このため、素子温推定値  $T_{ex}$  と素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  との組み合わせが如何なる領域に属しているかに関わりなく（直線 ▲ 4 ▼ と ▲ 5 ▼ に挟まれた領域 ▲ 8 ▼ に属する場合であっても）、素子温推定値  $T_{ex}$  の変化  $\Delta T_{ex}$  と、素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  の変化  $\Delta R_{sr}$  との間に正規の相関が認められない場合は、酸素センサ 10 に異常が生じていると判断することができる。そこで、本実施形態において、ECU 20 は、このような現象が検知された場合は、センサ素子 12 に、中間インピーダンスでのショート（以下、「中間ショート」と称す）が生じたものと判断する。 10

#### 【0035】

〔異常判断のために実行される具体的処理の説明〕

以下、図 4 乃至図 7 を参照して、ECU 20 が、上述した具体的基準に従って酸素センサ 10 の異常を判断すべく実行する具体的処理の内容について説明する。

図 4 は、ECU 20 が、センサ素子 12 の断線およびショートを検出するために実行する制御ルーチンのフローチャートである。

図 4 に示すルーチンでは、先ず、酸素センサ 10 の素子温推定値  $T_{ex}$  が算出される（ステップ 100）。 20

#### 【0036】

図 5 は、上記ステップ 100 において実行される素子温推定処理の内容を説明するためのフローチャートである。ECU 20 は、上記ステップ 100 が実行される毎に、図 5 に示すルーチンに沿って素子温推定値  $T_{ex}$  を算出する。

図 5 に示すルーチンでは、先ず、前回の処理サイクル時に算出された素子温推定値  $T_{ex}$  および供給熱量  $T_s$  が、それぞれ旧素子温推定値  $T_{exO}$  および旧供給熱量  $T_{sO}$  に置き換えられる（ステップ 108）。

尚、供給熱量  $T_s$  とは、センサ素子 12 に対して供給される熱量である。供給熱量  $T_s$  の詳細、およびその算出方法については後に詳細に説明する。

#### 【0037】

図 5 に示すルーチンでは、次に、ECU 20 に接続されている各種センサより、吸入空気量  $G_a$ 、車速  $SPD$ 、吸気温  $T_a$  および大気圧  $P_a$  が検出される（ステップ 110）。 30

#### 【0038】

次に、フューエルカット検出部 26、およびヒータ制御部 22 から、フューエルカットの実行状態、およびヒータ 14 の通電状態に関する情報が検出される（ステップ 112）。

#### 【0039】

次いで、吸入空気量  $G_a$ 、フューエルカットの実行状態、およびヒータの通電・非通電状態に基づいて、現在の状況に対応する素子温収束値  $T_{ga}$  が算出される（ステップ 114）。 40

素子温収束値  $T_{ga}$  は、排気ガスの温度および流量に大きな影響を受ける。また、その収束値  $T_{ga}$  は、ヒータ 14 による加熱が行われているか否かにも大きく影響される。排気ガスの流量は原則として吸入空気量  $G_a$  と等量である。また、排気ガスの温度は、フューエルカットが実行されているか否かに応じて大きく異なったものとなる。このため、本実施形態では、上記の如く吸入空気量  $G_a$ 、フューエルカットの実行状態、およびヒータの通電・非通電状態に基づいて素子温収束値  $T_{ga}$  を算出することになっている。ECU 20 は、それら 3 つの要素との関係で、素子温収束値  $T_{ga}$  を定めたマップを記憶している。本ステップ 114 では、具体的には、上記 3 つの要素を、そのマップに当てはめることにより素子温収束値  $T_{ga}$  が算出される。 40

#### 【0040】

図 5 に示すルーチンでは、次に、大気圧  $P_a$  に基づいて、大気圧補正係数  $K_p$  が算出される（ステップ 116）。 50

センサ素子 1 2 の温度は、現在の温度が素子温収束値  $T_{ga}$  から乖離しているほど大きく変化する。つまり、センサ素子 1 2 に供給される熱量  $T_s$  は、現在の素子温と素子温収束値  $T_{ga}$  との差に対して相関を有している。そして、この相関関係は、空気密度などの影響により、大気圧  $P_a$  に応じて変化する。大気圧補正係数  $K_p$  は、その変化に対応すべく、素子温収束値  $T_{ga}$  に積算すべき値として算出される係数である。

#### 【 0 0 4 1 】

大気圧補正係数  $K_p$  が算出されると、次に、以下に示す演算式に従って、センサ素子 1 2 に対する供給熱量  $T_s$  が算出される（ステップ 1 1 8）。

$$T_s = T_{sO} + [ \{ (T_{ga} \cdot K_p - T_{exO}) / K_b \} - T_{sO} ] / K_a \quad \dots (1)$$

10

上記（1）式中、 $T_{sO}$  および  $T_{exO}$  は、それぞれ前回の処理サイクル時に算出された供給熱量  $T_s$  および素子温推定値  $T_{ex}$  である（上記ステップ 1 0 8 参照）。また、上記（1）式中、 $K_b$  および  $K_a$  は、何れもなまし定数である。上記（1）式の右辺中、 $(T_{ga} \cdot K_p - T_{exO})$  は、今回の処理サイクルにおいてセンサ素子 1 2 に供給される熱量を意味している。そして、その値を  $K_b$  で割った  $[ \{ (T_{ga} \cdot K_p - T_{exO}) / K_b \}]$  は、その熱量のなまし値である。更に、そのなまし値から旧供給熱量  $T_{sO}$  を減じた値  $[ \{ (T_{ga} \cdot K_p - T_{exO}) / K_b \} - T_{sO}]$  は、前回の処理サイクル時における供給熱量  $T_{sO}$  と、今回の処理サイクル時に算出された供給熱量のなまし値との差を意味している。上記（1）式によれば、その供給熱量の差を更に  $K_a$  でなました値を、旧供給熱量  $T_{sO}$  に反映させる（加える）ことにより、現サイクル時における供給熱量  $T_s$  が算出される。

20

#### 【 0 0 4 2 】

上述したステップ 1 1 8 の処理によれば、前回の処理サイクル時における供給熱量  $T_{sO}$  をベースとして、今回の処理サイクル時に形成されている熱環境を適当にそのベースに反映させることにより、センサ素子 1 2 に対する供給熱量  $T_s$  を精度良く算出することができる。

#### 【 0 0 4 3 】

図 5 に示すルーチンでは、次に、車速  $SPD$  による放射熱係数  $K_{spd}$  が算出される（ステップ 1 2 0）。

車両が走行している場合は、酸素センサ 1 0 は、走行風により冷却される。上記の放射熱係数  $K_{spd}$  は、走行風による冷却により酸素センサ 1 0 から放射される熱量に関する係数であり、その値は車速  $SPD$  が早いほど大きくなる。ECU 2 0 は、車速  $SPD$  と放射熱係数  $K_{spd}$  との関係を定めたマップを記憶している。本ステップ 1 2 0 では、そのマップに従って放射熱係数  $K_{spd}$  が算出される。

30

#### 【 0 0 4 4 】

放射熱係数  $K_{spd}$  が算出されると、次に、以下に示す演算式に従って、酸素センサ 1 0 からの放射熱量  $T_r$  が算出される（ステップ 1 2 2）。

$$T_r = K_{spd} \cdot (T_{ex} - T_a) \quad \dots (2)$$

酸素センサ 1 0 からの放射熱量  $T_r$  は、車速  $SPD$  の他、素子温推定値  $T_{ex}$  と吸気温  $T_a$  との差に大きく影響を受ける。上記（2）式によれば、それら 2 つの因子を考慮することにより、酸素センサ 1 0 からの放射熱量  $T_r$  を精度良く算出することができる。

40

#### 【 0 0 4 5 】

以上説明した一連の処理により、今回の処理サイクルに伴って酸素センサ 1 0 に供給される供給熱量  $T_s$  と、酸素センサ 1 0 から放射される放射熱量  $T_r$  を算出することができる。ECU 2 0 は、それらの熱量  $T_s$ 、 $T_r$  と、旧素子温推定値  $T_{exO}$  とを次式に代入することにより、今回の処理サイクル時における素子温推定値  $T_{ex}$  を算出する（ステップ 1 2 4）。

$$T_{ex} = T_{exO} + (T_s - T_r) \quad \dots (3)$$

#### 【 0 0 4 6 】

以下、再び図 4 に示すフローチャートについて説明する。

50

上記ステップ100において素子温度推定値 $T_{ex}$ が算出されると、図4に示すルーチンでは、次に、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ が算出される（ステップ130）。

素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ は、酸素センサ10に供給される電力に関連する値に基づいて算出される。具体的には、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ を算出する場合、ECU20は、先ず酸素センサ10に対して所定の電圧 $V$ を印加する。ECU20は、その際にセンサ素子12を流通する電流 $I$ を検出し、それらの印加電圧 $V$ および流通電流 $I$ に基づいて、素子インピーダンス現実値 $R_{sr} = V / I$ を算出する。

#### 【0047】

図4に示すルーチンでは、次に、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ が、断線判定値 $R_1$ （例えば15k $\Omega$ ）より小さいか否かが判別される（ステップ132）。

10

その結果、 $R_{sr} < R_1$ が成立しないと判別された場合、つまり、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ が断線判定値 $R_1$ 以上であると判別された場合は、素子温推定値 $T_{ex}$ が活性判定温度 $T_1$ （例えば350℃）より高いか否かが判別される（ステップ134）。

#### 【0048】

素子温推定値 $T_{ex}$ が活性判定温度 $T_1$ より高くないと判別された場合は、酸素センサ10が未だ活性化されていないために素子インピーダンス $R_s$ が断線判定値 $R_1$ を超えている可能性があるとは判断できる。この場合、酸素センサ10の状態判定が保留され、以後、速やかに今回の処理サイクルが終了される。

#### 【0049】

一方、上記ステップ134において、素子温推定値 $T_{ex}$ が活性判定温度 $T_1$ より高いと判別された場合は、酸素センサ10が、活性化されているにもかかわらず不当に大きな素子インピーダンス $R_s$ を示していると判断できる。この場合、ECU20は、センサ素子12の断線を判断して今回の処理サイクルを終了させる（ステップ136）。

20

#### 【0050】

上記ステップ132において、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ が断線判定値 $R_1$ より小さいと判別された場合は、次に、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ がショート判定値 $R_2$ より大きいと判別される（ステップ138）。

その結果、 $R_{sr} > R_2$ が成立しないと判別された場合、つまり、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ がショート判定値 $R_1$ 以下であると判別された場合は、素子温推定値 $T_{ex}$ が常用上限温度 $T_2$ （例えば900℃）より低いと判別される（ステップ140）。

30

#### 【0051】

素子温推定値 $T_{ex}$ が常用上限温度 $T_2$ より低くないと判別された場合は、酸素センサ10が常用温度を超えて高温となっているために素子インピーダンス $R_s$ がショート判定値 $R_2$ 以下に低下している可能性があるとは判断できる。この場合、酸素センサ10の状態判定が保留され、以後、後述するステップ144以降の処理が実行される。

#### 【0052】

一方、上記ステップ140において、素子温推定値 $T_{ex}$ が常用上限温度 $T_2$ より低いと判別された場合は、酸素センサ10の素子インピーダンス $R_s$ が、不当に小さな値を示していると判断できる。この場合、ECU20は、センサ素子12のショートを判定して今回の処理サイクルを終了させる（ステップ142）。

40

#### 【0053】

上記ステップ138において $R_{sr} > R_2$ が成立すると判別された場合、および上記ステップ140において $T_{ex} < T_2$ が成立すると判別された場合、ECU20は、酸素センサ10が活性状態にあると判断する。そして、この場合、ECU20は、酸素センサ10の出力に基づいて、公知の空燃比フィードバック制御を実行する（ステップ144）。

#### 【0054】

更に、この場合、以後ECU20は、酸素センサ10の劣化を検出するための劣化検出処理（図6を参照して後述）、および、酸素センサ10の中間ショートを検出するためのショート検出処理（図7を参照して後述）を実行して、今回の処理サイクルを終了させる（ステップ146）。

50

## 【0055】

図6は、ECU20が、上記ステップ146において実行する劣化検出処理のフローチャートを示す。

図6に示すルーチンでは、先ず、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ に基づいて、素子温理論値 $T_i$ が算出される。(ステップ150)。

既述したように、酸素センサ10の素子温と素子インピーダンス $R_s$ との間には、図2に示すような関係(温度特性)が成立している。ECU20は、その関係に対応するマップを記憶しており、本ステップ150では、そのマップに則って、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ に対応する素子温理論値 $T_i$ が算出される。

## 【0056】

10

次に、素子温推定値 $T_{ex}$ と素子温理論値 $T_i$ との差 $|T_{ex} - T_i|$ が、乖離判定値 $T_3$ (例えば100℃)より大きいかが判別される(ステップ152)。

素子温推定値 $T_{ex}$ は、酸素センサ10の温度に影響を与える値を基礎として算出された素子温である。一方、素子温理論値 $T_i$ は、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ に対応する値として算出された素子温、つまり、酸素センサ10に対する電力関連値を基礎として算出された素子温である。これらは、酸素センサ10が正規の温度特性を示す場合には一致すべき物理量である。従って、両者の差 $|T_{ex} - T_i|$ が小さい場合は、酸素センサ10が正規の温度特性を示していると判断することができ、一方、その差 $|T_{ex} - T_i|$ が大きい場合は、酸素センサ10が正規の温度特性を示していないと判断することができる。

20

尚、本ステップ152の処理は、実質的には、素子温度推定値 $T_{ex}$ と素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ との組み合わせが、上記図3に示す領域▲6▼または▲7▼に属しているかを判断するのと同様である。

## 【0057】

図6に示すルーチンでは、上記ステップ152において、 $|T_{ex} - T_i| > T_3$ が成立しないと判別された場合は、酸素センサ10が正常であると判断され、以後、速やかに図6に示すルーチンが終了される。一方、 $|T_{ex} - T_i| > T_3$ が成立すると判別された場合は、酸素センサ10に劣化が生じていると判断される(ステップ154)。

## 【0058】

上記ステップ152の条件は、センサ素子12に劣化が生じている場合の他、センサ素子12は正常であるがヒータ14に異常が生じている場合にも成立する。つまり、本実施形態において、素子温推定値 $T_{ex}$ の算出過程では、供給熱量 $T_s$ (厳密には素子温収束値 $T_{ga}$ )がヒータ14の通電・非通電状態に応じて区別されている(上記ステップ114参照)。従って、ヒータ14が正常に機能しない環境下では、ヒータ14が通電されているものとして素子温収束値 $T_{ga}$ が算出されると、素子温推定値 $T_{ex}$ に大きな誤差が重畳し、その結果、上記ステップ152の条件が成立することがある。そこで、ECU20は、上記ステップ152の判断により酸素センサ10の劣化が認められた場合、以後、その劣化がセンサ素子12の劣化であるのか、或いはヒータ14の劣化であるのかを特定するための処理を実行する。

30

## 【0059】

具体的には、ECU20は、上記ステップ154の処理に次いで、先ず、ヒータ14が非通電状態であるかを判別する(ステップ156)

その結果、ヒータ14が非通電状態であると判別された場合は、素子温推定値 $T_{ex}$ と素子温理論値 $T_i$ の乖離原因がヒータ14の劣化ではないと判断できる。この場合、ECU20は、酸素センサ10の劣化内容をセンサ素子12の異常と特定して(ステップ158)、今回の処理サイクルを終了させる。

40

## 【0060】

一方、上記ステップ156において、ヒータ14が非通電中でないと判別された場合は、ヒータ14が強制的に非通電状態とされる(ステップ160)。

ヒータ14を強制的に非通電状態とすると、ヒータ14の劣化を、素子温推定値 $T_{ex}$ と

50

素子温理論値  $T_i$  の乖離原因から外すことができる。ECU20は、上記ステップ160の後、再び素子温度推定値  $T_{ex}$  および素子温度理論値  $T_i$  を算出し、新たに算出された  $T_{ex}$  と  $T_i$  の差  $|T_{ex} - T_i|$  が乖離判定値  $T_3$  より大きいかな否かを判断する（ステップ162）。

【0061】

上記ステップ162の処理により、再び  $|T_{ex} - T_i| > T_3$  が成立すると判別された場合は、 $T_{ex}$  と  $T_i$  とが乖離している原因はヒータ14の異常ではないと判断できる。この場合、ECU20は、酸素センサ10の劣化内容をセンサ素子12の異常と特定すべく上記ステップ158の処理を実行して今回の処理サイクルを終了させる。

【0062】

これに対して、上記ステップ162の処理により、 $|T_{ex} - T_i| > T_3$  が成立しないと判別された場合は、ヒータ14が強制的に非通電状態とされた結果、素子温推定値  $T_{ex}$  と素子温理論値  $T_i$  との関係が正規の関係に復帰したと判断できる。この場合、ECU20は、酸素センサ10の劣化内容をヒータ14の異常と特定して（ステップ164）、今回の処理サイクルを終了させる。

【0063】

図7は、ECU20が、上記ステップ146において実行する中間ショート検出処理のフローチャートを示す。

図7に示すルーチンでは、まず、素子温推定値  $T_{ex}$  および素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  の初期値が記憶される（ステップ170）。

本ステップ170では、具体的には、本ルーチンが初めて実行された時点（A点）での素子温推定値  $T_{ex}$  および素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  が、それぞれA点素子温推定値  $T_{ex} A$  およびA点素子インピーダンス現実値  $R_{sr} A$  として記憶される。

【0064】

次に、現在の素子温推定値  $T_{ex}$  がB点素子温推定値  $T_{ex} B$  として記憶される（ステップ172）。

【0065】

次いで、A点素子温推定値  $T_{ex} A$  とB点素子温推定値  $T_{ex} B$  との差  $T_{ex} A - T_{ex} B$  が、所定の判定温度  $T_4$ （例えば100℃）より大きいかな否かが判別される。つまり、A点素子温推定値  $T_{ex} A$  が検出された後今回の処理サイクル時までに、素子温推定値  $T_{ex}$  に判定温度  $T_4$  を超える変化が生じたかな否かが判別される（ステップ174）。

【0066】

上記ステップ174の処理は、 $T_{ex} A - T_{ex} B > T_4$  が成立すると判別されるまで繰り返し実行される。そして、その条件の成立が認められると、次に、現時点における素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  が、B点素子インピーダンス現実値  $R_{sr} B$  として記憶される（ステップ176）。

【0067】

図7に示すルーチンでは、次に、上記ステップ170で記憶されたA点素子インピーダンス現実値  $R_{sr} A$  と、上記ステップ176で記憶されたB点素子インピーダンス現実値  $R_{sr} B$  との差が、中間ショート判定値  $R_4$  より小さいかな否かが判別される（ステップ178）。

【0068】

酸素センサ10の素子温と素子インピーダンス  $R_s$  との間には、正規の温度特性に対応する相関が認められるはずである。従って、酸素センサ10が正常であれば、素子温推定値  $T_{ex}$  に判定温度  $T_4$  を超える変化が生じた場合、素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  にも、その判定温度  $T_4$  に対応する変化が生じているはずである。

【0069】

上記ステップ178において用いられる中間ショート判定値  $R_4$  は、判定温度  $T_4$  に対応する変化量に比して十分に小さな所定の値、具体的には、酸素センサ10に  $T_4 / 2$ （50℃）の素子温変化が生じた場合に素子インピーダンス  $R_s$  に表れるべき変化量に設定さ

10

20

30

40

50

れている。従って、 $R_{srA} - R_{srB} < R_4$ が成立すると判別された場合は、明らかに素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ に生じている変化量が、素子温推定値 $T_{ex}$ に発生した変化量に対して過小であると判断できる。

#### 【0070】

図7に示すルーチンでは、上記ステップ178において、 $R_{srA} - R_{srB} < R_4$ が成立すると判別された場合は、酸素センサ10に中間ショートが生じていると判断される（ステップ180）。一方、 $R_{srA} - R_{srB} < R_4$ が成立しないと判別された場合は、中間ショートは生じていないと判断され、正常判定がなされた後、今回の処理サイクルが終了される（ステップ182）。

#### 【0071】

10

以上説明した通り、図4乃至図7に示すルーチンによれば、酸素センサ10の断線、ショート、劣化、および中間短ートを正確に判断することができる。このように、本実施形態の装置によれば、酸素センサ10に供給される電力に関連する値から求めた素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ （または素子温理論値 $T_i$ ）と、酸素センサ10の温度に影響を与える値に基づいて算出される素子温推定値 $T_{ex}$ とに基づいて、素子インピーダンス $R_s$ の温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサ10の異常判定を行うことができる。

#### 【0072】

ところで、上述した実施の形態1においては、断線・ショートの判定および中間ショートの判定（図4および図7参照）を、素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ と素子温推定値 $T_{ex}$ との比較に基づいて実行し、劣化判定を、素子温理論値 $T_i$ と素子温推定値 $T_{ex}$ との比較に基づいて実行している。しかしながら、それらの判定の組み合わせはこれに限定されるものではない。

20

#### 【0073】

すなわち、本実施形態においては、酸素センサ10も素子インピーダンス $R_s$ が温度特性を示すことが前提である。このため、電力に関連する値から素子インピーダンス $R_s$ （上記の素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ ）が算出できる以上、その電力関連値から素子温（上記の素子温理論値）を算出することが可能である。また、温度に影響する値から素子温（上記の素子温推定値 $T_{ex}$ ）が算出できる以上、その温度影響値を基礎として素子インピーダンス（以下、「素子インピーダンス推定値」と称す）を算出することが可能である。

30

#### 【0074】

酸素センサ10に断線、ショート、劣化、或いは中間ショートが生じているか否かを判断するうえでは、電力関連値から算出される素子インピーダンス $R_s$ または素子温と、温度影響値から算出される素子インピーダンス $R_s$ または素子温との間に正規の相関が成立しているか否かが判断できればよい。従って、それらの判定は、以下に示す4つの組み合わせの何れかに基づいて実行すればよい。

▲1▼素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ と素子温推定値 $T_{ex}$ との組み合わせ。

▲2▼素子インピーダンス現実値 $R_{sr}$ と素子インピーダンス推定値との組み合わせ。

▲3▼素子温理論値 $T_i$ と素子インピーダンス推定値との組み合わせ。

40

▲4▼素子温理論値 $T_i$ と素子温推定値 $T_{ex}$ との組み合わせ。

#### 【0075】

尚、上述した実施の形態1において、前記第1の発明における「第1判断値取得手段」は、ECU20が上記ステップ130の処理を実行することにより、また、「第2判断値取得手段」はECU20が上記ステップ100の処理を実行することによりそれぞれ実現されている。また、それらの「第1判断値取得手段」および「第2判断値取得手段」はECU20が上記ステップ170～176の処理を実行することによっても実現されている。更に、前記第1の発明における「異常判定手段」は、ECU20が、上記ステップ132～142の処理、或いは上記ステップ178～182の処理を実行することにより実現されている。

50



## 【0076】

また、上述した実施の形態1において、前記第3の発明における「第1判断値取得手段」はECU20が上記ステップ150の処理を実行することにより、「第2判断値取得手段」はECU20が上記ステップ100の処理を実行することにより、「異常判定手段」は、上記ステップ152～164の処理を実行することにより、それぞれ実現されている。

## 【0077】

また、上述した実施の形態1において、前記第7の発明における「ヒータ通電状態検知手段」は、図1に示すヒータ制御部22により実現されており、前記「センサ素子異常特定手段」は、ECU20が上記ステップ158の処理を実行することにより実現されている。

10

## 【0078】

また、上述した実施の形態1において、前記第8の発明における「通電停止手段」は、ECU20が、上記ステップ160の処理を実行することにより実現されている。

## 【0079】

また、上述した実施の形態1において、前記第9の発明における「ヒータ異常判定手段」は、ECU20が、上記ステップ164の処理を実行することにより実現されている。

## 【0080】

また、上述した実施の形態1において、前記第10の発明における「第1変化量検出手段」は、ECU20が上記ステップ170および172の処理を実行することにより、前記「第2変化量検出手段」はECU20が上記ステップ174および176の処理を実行することにより、それぞれ実現されている。

20

## 【0081】

## 【発明の効果】

この発明は以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

第1の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子インピーダンス現実値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子温度推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

## 【0082】

第2の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子インピーダンス現実値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子インピーダンス推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

30

## 【0083】

第3の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子温度理論値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子インピーダンス推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

## 【0084】

第4の発明によれば、酸素センサに供給される電力に関連する値から算出される素子温度理論値と、酸素センサの温度に影響を与える事項から算出される素子温度推定値とが、適正な関係を満たしているか否かに基づいて、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

40

## 【0085】

第5の発明によれば、素子インピーダンス現実値と素子温度推定値との関係が適正な温度特性に則っているかに基づいて、或いは、素子温度理論値と素子インピーダンス推定値との関係が適正な温度特性に則っているかに基づいて、酸素センサの異常を精度良く判定することができる。

## 【0086】

50

第 6 の発明によれば、素子インピーダンス現実値と素子インピーダンス推定値とが実質的に一致しているか、或いは、素子温理論値と素子温推定値とが実質的に一致しているかに基づいて、酸素センサの異常を精度良く判定することができる。

【 0 0 8 7 】

第 7 の発明によれば、ヒータが通電されていない状況下で酸素センサの異常が判定された場合にその異常をセンサ素子の異常と特定することができる。

【 0 0 8 8 】

第 8 の発明によれば、ヒータが通電されている状況下で酸素センサの異常が判定された場合に、ヒータの通電を停止することにより、ヒータの状態を異常原因から除外することができる。

10

【 0 0 8 9 】

第 9 の発明によれば、ヒータの状態が異常原因から除外されることにより酸素センサの異常判定が覆った場合に、ヒータに異常が生じていることを判定することができる。

【 0 0 9 0 】

第 1 0 の発明によれば、互いに正規の相関を伴って変化するべき第 1 判断値と第 2 判断値との間に、その正規の相関が認められない場合に、酸素センサの異常を判定することができる。このような判断手法によれば、素子インピーダンスの温度特性に影響されることなく、常に精度良く酸素センサの異常を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 のシステムの構成を説明するためのブロック図である。

20

【図 2】酸素センサの素子インピーダンスと素子温度との関係を説明するための図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 の装置が素子温推定値  $T_{ex}$  と素子インピーダンス現実値  $R_{sr}$  との関係に基づいて、酸素センサの状態を如何に判断するかを説明するための図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 の装置が実行する制御ルーチンのフローチャートである。

【図 5】本発明の実施の形態 1 の装置が酸素センサの素子温を推定するために実行するルーチンのフローチャートである。

【図 6】本発明の実施の形態 1 の装置が酸素センサの劣化を検出するために実行するルーチンのフローチャートである。

30

【図 7】本発明の実施の形態 1 の装置が酸素センサの中間ショートを判定するために実行するルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

1 0 酸素センサ

1 2 センサ素子

1 4 ヒータ

2 0 ECU (Electronic Control Unit)

2 2 ヒータ制御部

2 4 素子インピーダンス検出部

2 6 フューエルカット検出部

2 8 素子温推定部

3 0 以上判定部

$R_s$  素子インピーダンス

$R_{sr}$  素子インピーダンス現実値

$T_{ex}$  素子温推定値

$T_i$  素子温理論値

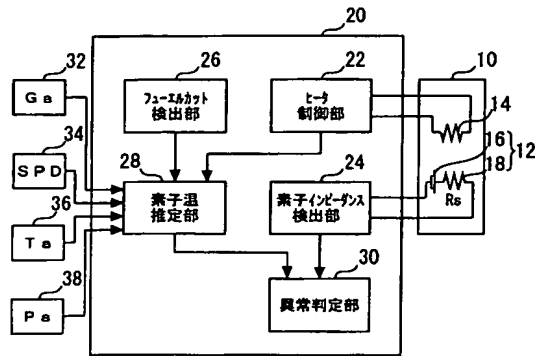
$T_{ga}$  素子温収束値

$T_s$  供給熱量

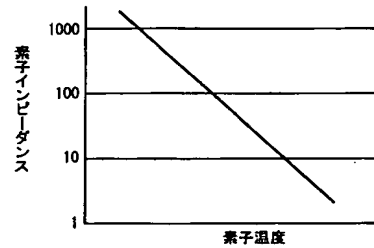
$T_r$  放射熱量

40

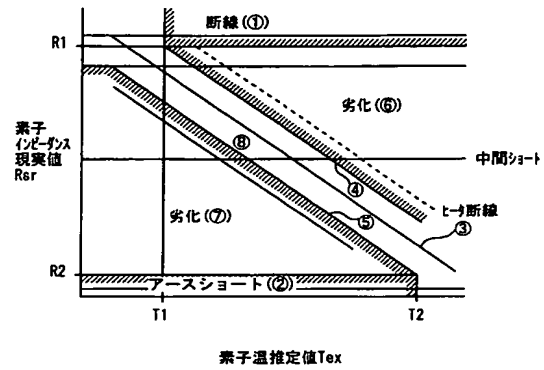
【図 1】



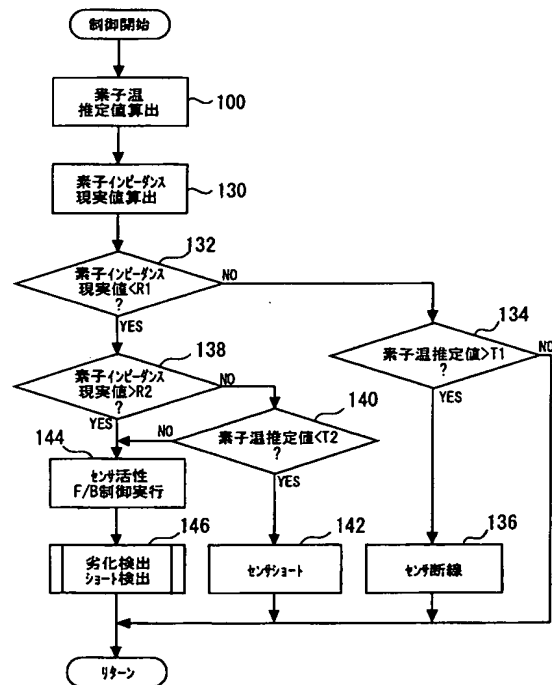
【図 2】



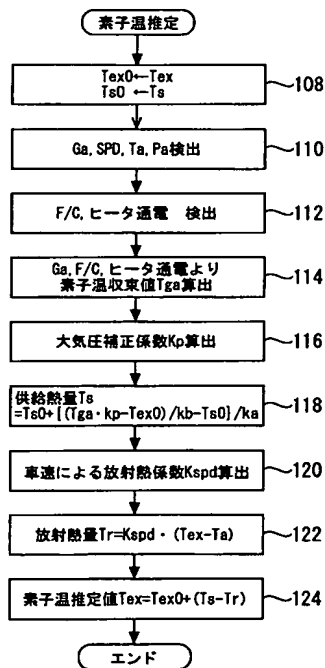
【図 3】



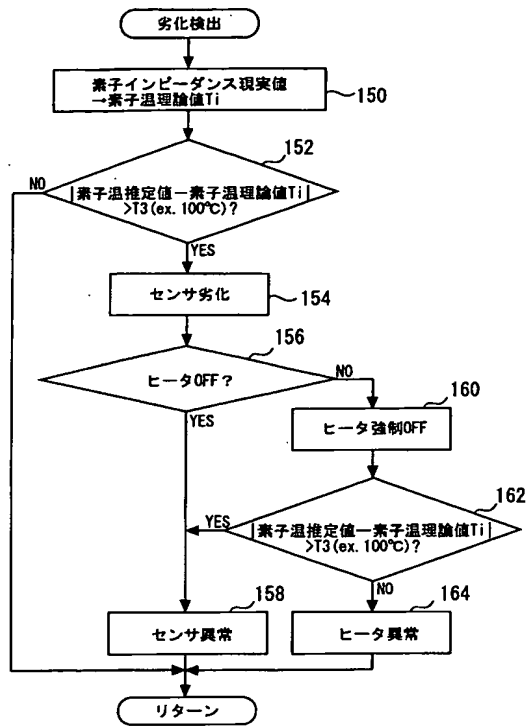
【図 4】



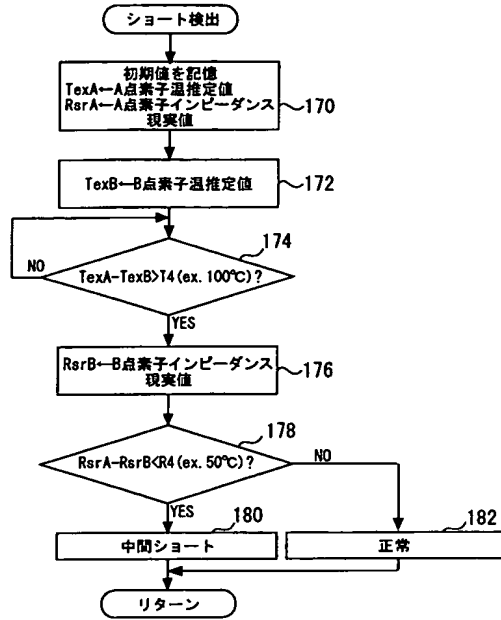
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 N 27/41

F I

G 0 1 N 27/46 3 2 5 N

テーマコード (参考)

Fターム(参考) 3G091 AA02 AB01 BA27 BA31 DB01 DB13 EA05 EA14 EA15 EA30

EA39 FA05

3G301 HA01 JA16 JB01 JB09 KA16 KA26 MA01 NDO1 PA01B PA01Z

PA07B PA07Z PA09B PA09Z PA10B PA10Z PD05B PD05Z PD13B PD13Z

PD16B PD16Z PE01B PE01Z PF01B PF01Z PF03B PF03Z